

الإسلام وقضايا البيئة

١٩٩٧

تأليف

الدكتور

بندر بن ناصر العامري

الدكتور

عبدالله بن محمد بن عيسى

اهداءات ٢٠٠٢

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

الكويت

الإلانسك وقضايا البيئة

تأليف

الدكتور

بُصْرِي ناصير العجمي

الدكتور

بُحْدَانُ مُحَمَّدِي مُطَيِّعِي

الدكتور/ ضاري ناصر العجمي
مدير إدارة العلوم البيئية والأرضية
معهد الكويت للأبحاث العلمية

الدكتور/ عبد المنعم مصطفى مصطفى
خبير العلوم بالمركز العربي للبحوث التربوية لدول الخليج
الشامية : ص ب : ١٢٥٨٠ - ٧١٦٥٦ الكويت

الطبعة الأولى

١٤١٥هـ - ١٩٩٥م

جميع حقوق الطبع محفوظة للمؤلفين ، وغير مسموح بطباعة أو تخزين أى من
أجزاء هذا الكتاب على أى نظام لحفظ المعلومات أو نقله أو تصويره أو أية وسيلة
أخرى إلا بتفويض مسبق من المؤلفين .



تقديم

﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ مَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾
﴿صدق الله العظيم﴾

يسعدنا أن نضع بين أيديكم الطبعة الأولى من كتاب
"الإنسان وقضايا البيئة" والذي وضعناه ليشرى القارئ بالمعلومات التي
تمكنه من المحافظة على بيئته ، فالله تعالى خلق الإنسان ويسر له سبل
الحياة وسخر لخدمته كل شيء في هذا الكون العظيم الذي أمرنا الله
تعالى بالمحافظة على كل مصدر يتفعا ويفيدنا فيه ، ولكننا نصنع بأنفسنا
ما يضرنا ، فنحن الذين نلوث الهواء ، ونكدر الماء ، ونحول الروابي
الخضراء إلى صحراء ، ونلقى بالنفايات في الهواء والماء فتنتشر الأمراض
بين البشر ،

وما نراه حولنا من تدهور للبيئة ما هو إلا نتيجة لفعل الانسان
بها ، فهو يحفر قبره بيده ، والبشرية تتجه إلى نهايتها المحتومة ... وليست
هذه دعوة للتشاؤم بل هي دعوة لتدارك الوضع البيئي العالمي .. لعلنا
ننجح في إنقاذ كوكبنا من الكارثة .. كارثة التلوث التي هي سبب
معظم بلاء البشرية .

وهذا الكتاب الذي نقدمه إليك عزيزنا القارئ يحتوي على أربعة
عشر فصلاً تتضمن أهم القضايا البيئية التي تواجه العالم ، وقد حرصنا
على تناول هذه القضايا من منظور بيئي علمي اسلامي مبسط . ورغم
مانكتب فلن نوفى هذا الموضوع حقه في كتاب أو أكثر ، فالموضوع
يطول ويضاف إليه الجديد كل ساعة ، ولكننا حاولنا قدر استطاعتنا أن
نعطى للقارئ خلفية سريعة عن أهم قضايا البيئة لتكون جميعاً على قدر
من الوعي البيئي الذي يمكننا من انقاذ بيئتنا المتدهورة .

ندعو الله أن يحقق الهدف المرجو من تأليف هذا الكتاب من
أجل خلق مواطن عربي واع ببيئته ، محافظاً عليها ، مطوراً لها في الاتجاه
الصحيح .

وفقنا الله تعالى الى ما فيه الخير والصلاح لأمتنا العربية
والاسلامية .

المؤلفان

الكويت في : ٢٢ شوال ١٤١٥هـ

٢٣ مارس ١٩٩٥م

البيئة بين الماضي . . . والحاضر

* علم البيئة ونشأته

تظن الأكثريّة أن علم البيئة لم يظهر إلا في النصف الثاني من هذا القرن .. وذلك بالطبع إعتقاد خاطئ . فعلم البيئة قديم ولكنه حظي بالاهتمام من المتخصصين ومن الرأي العام حديثا بعد ظهور المشكلات البيئية بشكل واضح جلبي نتيجة نشاطات الإنسان اللاواعية تجاه البيئة من جهة ، وبعد أن أحس الإنسان بقرب نضوب الموارد الطبيعية نتيجة استنزافه المستمر لها من جهة أخرى .

ومع مرور الأيام والتقدم التكنولوجي إزدادت المشاكل الناجمة عن هذا التقدم .. وبالتالي إزداد الاهتمام بهذا العلم على كافة المستويات .

* جذور علم البيئة .. عربية

علم البيئة يمتد عميقا في التاريخ ، وقد كان للمفكر العربي عبدالرحمن بن خلدون آراء في علاقة الإنسان بالبيئة - مستندا في ذلك إلى آيات القرآن الكريم الكثيرة التي تمثل أسس هذا العلم - وهو أول من قدم نظرية علمية في هذا المجال

من خلال مقدمته الشهيرة والتي عرفت باسمه (مقدمة ابن خلدون) وفيها اعتبر البيئة الجغرافية دعامة مهمة لمختلف الظواهر الاجتماعية ، وأكد على الأثر الفعال للعوامل البيئية على العوامل الثقافية للمجتمع البشرى ، فبين أثر اختلاف توزيع حرارة الشمس على سطح الكرة الأرضية على توزيع الكائنات الحية وانعكاس ذلك على السلوك الإنسانى ، ومن ذلك نجد أن ابن خلدون قد سبق دعاة البيئة فى الغرب بستة قرون .. وكانت نظريته بذلك عبقرية رائدة تضاف إلى التراث العلمى العربى .

وفى عصرنا الحاضر ظهرت أفرع عديدة لمجال البيئة وكان ذلك تطوراً طبيعياً لرحلة الإنسان فوق كوكب الأرض عبر آلاف السنين والظروف المختلفة التي تعرض لها وحتمت عليه التلاؤم معها . وكان من الطبيعى أن يكون هذا التلاؤم بدرجات مختلفة حسب الظروف البيئية المحيطة بالإنسان . ويرجع ذلك إلى أن البيئة تلعب دوراً هاماً فى نشاط الإنسان ونموه وتركيبه نفسياً وجسمانياً وفسولوجياً . وكما نرى فإن ذلك المفهوم الحديث لا يختلف عن مفهوم ابن خلدون ، لذا اتسع مفهوم البيئة فى عصرنا الحديث بصورة كبيرة وظهر العلماء والمفكرون فى جميع أنحاء العالم من الذين اهتموا بدراسة العلاقات بين الإنسان من جهة والكائنات المختلفة فى البيئة المحيطة من جهة أخرى .

ورغم أن تعبير " علم البيئة " أو إيكولوجي **Ecology** الذي يهتم بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة الموجودة فيها قد ظهر عام ١٨٦٩م على يد العالم الألماني " أرنست هكل " تلك العلاقة القائمة بين النباتات والحيوانات فى

إطار البيئة الطبيعية ، إلا أن هذا العلم لم يزدهر إلا منذ الخمسينات من هذا القرن ولم تتبلور سماته كعلم له أسس وقواعد ومنهج إلا في السبعينات ، وبدلاً من دراسة العلاقات بين الإنسان وبين الكائنات المختلفة في البيئة ، أصبح ينظر للبيئة نظرية واسعة كوحدة واحدة ، وبدأ علماء الجغرافيا بدراسة العلاقات المختلفة في البيئة ، وكنتيجة للتقدم العلمي أصبح علماء الكيمياء والبيولوجيا أكثر إهتماماً بدراسة هذه العلاقات .

وسواء أكان الجغرافيون أم الكيميائيون والبيولوجيين هم الأولى بدراسة علم البيئة فإن هذا العلم قد فرض نفسه على كافة الباحثين من مختلف الاتجاهات ليصبح علماً متكاملًا يهتم به كل مواطن يعيش على سطح الأرض .

ويظهر الثور الصناعية في إنجلترا في القرن الثامن عشر ، أخذ الاهتمام بالبيئة يأخذ أبعاداً جديدة ، وقد أثار العالم " مالفوس Malthus " أول مشكلة بيئية على المستوى العالمي وهي مشكلة الزيادة السكانية وأثر ذلك على البيئة والتنمية ومصادر الغذاء ، فقد رأى أن الزيادة السكانية تفوق الموارد الطبيعية المتاحة ، ومن ثم تسبب عامل ضغط مهم على هذه الموارد مما يؤدي إلى استنزافها لأن معدل الزيادة السكانية يفوق زيادة معدل الإنتاج الغذائي مما سيؤدي إلى حدوث مجاعات وأمراض سوء تغذية وانتشار للأمراض بصفة عامة .

ومع التقدم الصناعي بدأت المشاكل البيئية في الظهور في أغلب دول العالم ، ومع ظهور هذه المشاكل البيئية ظهرت المنظمات الدولية والهيئات العلمية

التي تدعو لحماية البيئة الطبيعية من آثار التقدم الصناعي ، كما ظهرت في الولايات المتحدة الأمريكية منذ أكثر من مائة وخمسين عاما بعض المنظمات الأهلية التي دعت إلى إقامة المحميات الطبيعية ، وفي عام ١٨٦٥م أعلن العالم البيولوجي " جورج بوكنز " عن دراسة علمية موثقة عن تأثير الإنسان على البيئة المحيطة واستنزاف للموارد الطبيعية .

وقد استمر الصراع بين أنصار البيئة من ناحية وأنصار التصنيع من ناحية أخرى حتى منتصف هذا القرن حيث بدأت فترة جديدة من مراحل هذا الصراع نتيجة الاختلال فى الأنظمة البيئية والذي ظهر واضحا عقب الحرب العالمية الثانية مع إعادة تعمير المدن وبناء المصانع وتطور الصناعات الحربية وظهور السلاح النووي والبكتريولوجي دون النظر إلى تأثيراتها على البيئة مما أدى إلى تدهور خطير في البيئة الطبيعية ، وكان ذلك إيذانا ببدء اهتمام المواطن العادي بضرورة مجابهة التخريب البيئي وصيانة الموارد الطبيعية ، وبداية انتشار الوعي البيئي ليس بين العلماء فقط ولكن بين المواطنين العاديين . وقد ظهرت أبحاث علمية عن تأثير بعض المنتجات الحديثة مثل مبيدات الحشرات على الإنسان والحيوان مما خلق شعورا متزايدا لدى العلماء بضرورة التصدي لأسباب المشاكل البيئية وسبل صيانة الموارد الطبيعية من الاستنزاف .

وبالطبع ظهر صراع - وما يزال - بين علماء البيئة من جهة وبين علماء الاقتصاد من جهة أخرى ، فالفريق الأول يرى ألا يكون النمو الاقتصادى على حساب الموارد الطبيعية بينما الفريق الثاني يرى فى النمو الاقتصادى المهدف الأمثل

دون مراعاة الحفاظ على الأنظمة البيئية ، مما أدى إلى ظهور نظرية جديدة هي الجدوى البيئية لكل مشروع اقتصادى والذي يوائم بين إقامة المشروع الإقتصادى والاهتمامات البيئية إنطلاقاً من النظرية التى تقول : إنه من غير الممكن الوقوف فى وجه التقدم الاقتصادى بأي حال ولكن يمكن أن يكون هذا التقدم مراعيًا للجوانب البيئية ومحافظًا على النظم الأيكولوجية (البيئية) .

ومع زيادة الاهتمام بالنواحي البيئية فى العالم عقدت الأمم المتحدة أول مؤتمر لبحث مشاكل البيئة على المستوى العالمى فى إستكهولم بالسويد عام ١٩٧٢م ، ويعتبر هذا المؤتمر بداية تاريخ جديد فى تطور علم البيئة ، لأنه قدم قائمة بـ ٢١ ملوثاً اعتبرها سبب مشاكل البيئة العالمية .

وقد ظهر التباين والاختلاف بين موقف الدول المتقدمة (دول الشمال) من جهة وبين موقف الدول النامية (دول الجنوب) من جهة أخرى ، وهى الاختلافات الموجودة حتى الآن والتي ظهرت واضحة فى مؤتمر ريو دى جانيرو المعروف بقمة الأرض الذى عقد فى يونيو ١٩٩٢م . ويمكن تلخيص هذه الاختلافات فى أن دول الشمال ترى أن من حقها إستنزاف ثروات الدول النامية دون اعتبار لحماية البيئة العالمية ، فى حين ترى دول الجنوب أن الدول المتقدمة هى المسئولة عن تدهور البيئة العالمية ، وأنها تنظر إلى مصالحها الخاصة دون اعتبار لما يلحق بالبيئة العالمية من أضرار نتيجة التقدم الصناعى والتكنولوجى فيها .

وكان من أهم نتائج مؤتمر إستكهولم إتساع مفهوم البيئة ليشمل البيئة الاجتماعية علاوة على البيئة الطبيعية ، كما صدر عن هذا المؤتمر أول تعريف محدد للبيئة . وفى مؤتمر آخر عقد فى عام ١٩٧٧م فى تيليسى بجمهورية جورجيا (ضمن جمهوريات الإتحاد السوفيتى السابق) أنصب الاهتمام فى هذا المؤتمر على موضوع الزراعة البيئية وتنمية الوعي البيئى لدى النشء .

ولأهمية موضوع البيئة قامت الأمم المتحدة بإنشاء منصب مساعد للأمين العام لشئون البيئة ، وعليه قامت منظمة **UNEP** * حيث نال هذا الموضوع الاهتمام الكبير على جميع المستويات فى العالم حتى أنه بدأ يأخذ حقه فى محادثات رؤساء الدول .

* مفهوم البيئة

لا يوجد مفهوم محدد للبيئة متفق عليه حتى الآن ، رغم مناقشة هذا الموضوع فى كثير من المؤتمرات البيئية العالمية التى عقدت بدءاً من مؤتمر إستكهولم عام ١٩٧٢م وحتى الآن ، ولكن توجد تعريفات عديدة لذلك المفهوم .

فكلمة البيئة كمصطلح (**Environment**) يعنى الوسط المكاني الذي يعيش فيه الإنسان بما يضم من عناصر حية وغير حية يتأثر بها ويؤثر فيها .

* UNEP هى اختصار لبيانات اسم برنامج الأمم المتحدة للبيئة . **United Nation Environment Program**

وهذا المعنى لا يختلف كثيرا عما استخدمه علماء المسلمين الأوائل من تعريف لمعنى البيئة ، فقد ورد في كتاب " الجُمَانَة " لابن عهديره - صاحب العقد الفريد - تعريف البيئة على أنه : الوسط الطبيعي (الجغرافي والمكاني والاجتماعي) الذي يعيش فيه الكائن الحي بما في ذلك الإنسان . وكان ذلك في القرن الثالث الهجري ، ومرت محاولات تعريف البيئة بمراحل عدة على مر العصور ، وتباينت التعريفات حتى كتب أحد العلماء البرازيليين في مجال عدم الدقة في استعمال كلمة البيئة " أن البيئة ليست هي فقط الأمور المادية الطبيعية الموجودة على سطح الأرض والتي تتفاعل بعضها مع بعض بل هي أكبر من هذا بكثير ، إنها تشمل أيضا الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والعادات السائدة في المجتمع " .

وكانت هذه هي بداية تكوين مفهوم شامل بحيث تشمل البيئة مجموعة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والمواد غير الحية في أي مكان .

ولكننا نجد أن هذا المفهوم يختلف معناه من فئة لأخرى ، فالجغرافيون يعرفونه بمعنى يختلف عما يعرفه علماء البيولوجيا مثلا ، ومع ذلك فالجميع يشتركون في أن البيئة هي بيئة بشرية في المقام الأول لأنها نمت وتطورت بفعل الإنسان .

وكان أول مفهوم محدد لكلمة البيئة هو الذي خرج به إعلان إستكهولم عام ١٩٧٢م بأن البيئة " هي كل شيء يحيط بالإنسان " وذلك المفهوم ينطوي على شيئين أساسيين هما البيئة الطبيعية والبيئة البشرية أو الحضارية .

* البيئة الطبيعية

✓ هي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر حية وغير حية وليس للإنسان دخل في وجودها، فقد أوجدتها الطبيعة حوله ، وبالطبع فإن هذه العناصر تختلف من مكان لآخر حسب اختلاف المكونات التي تدخل في تشكيلها ، فما يوجد مثلا في بيئة جبلية يختلف عما يوجد في بيئة الغابات ، وما يوجد في البيئة القطبية يختلف عما يوجد في البيئة الصحراوية ، فالأمطار مثلا في البيئات الاستوائية تهطل طوال العام في حين أنها نادرة في المناطق الصحراوية .. وهكذا .

* البيئة البشرية

✓ يطلق عليها البعض البيئة الاصطناعية أو الحضارية أو البيئة المشيدة أي التي صنعها الإنسان نتيجة تفاعله مع بيئته التي يعيش فيها من مساكن وشوارع ومصانع ... الخ وهذه البيئة تختلف أيضا من مكان لآخر حسب عوامل كثيرة مثل المستوى الحضاري والعلمي والثقافي وطبيعة المجتمع ، هل هو مجتمع زراعي أم مجتمع صناعي .

وفي هذا المجال نشأت عدة نظريات توضح العلاقة بين الإنسان وبيئته يمكن إيجازها فيما يلي :

يحاول الإنسان دائما استغلال بيئته بأقصى ما يمكن لدرجة الاستنزاف وربما كان ذلك بدافع رفع مستوى معيشته ، ولكن نلاحظ التباين في هذا الاستغلال

حسب إختلاف البيئات ، وهناك عاملان أساسيان يحكمان العلاقة بين الإنسان وبيئته .

العامل الأول : هو الإمكانيات المتاحة لدى الإنسان .

والعامل الثاني : هو طبيعة البيئة التي يعيش فيها ، فبينما نجد عوامل شتى تفسر تحت العامل الأول (إمكانيات الإنسان) مثل الاعتبارات الاجتماعية والثقافية والأخلاقية والمادية .. الخ ، نجد أن العامل الثاني يقتصر على البيئة الطبيعية إلى أقصى حد ممكن .

وقد ظهرت ثلاث نظريات بشأن ارتباط الإنسان ببيئته وتأثير كل منهما في الآخر وهي :

النظرية الحتمية الحضارية والنظرية الحتمية البيئية ونظرية التأثير المتبادل (التوافقية) .

(١) نظرية الحتمية الحضارية :

يتلخص رأي مؤيدي هذه النظرية في أن الإنسان هو الذي يؤثر في تشكيل مكونات بيئته فهو سيلها يغيرها كما يريد ، وهذا يتضح في البيئات التي تقدمت وتغيرت بفضل تقدم الإنسان كما في الدول الأوروبية مثلا والتي لولا الإنسان وعلمه لظلت كما كانت منذ آلاف السنين غابات مظلمة شديدة الرطوبة . ونجد الإنسان قد أقام أجمل المدن والحدائق في وسط الصحراء كما في الولايات المتحدة الأمريكية

أو في دول الخليج العربية مثلاً . فالإبداع البشري هو السائد عند مؤيدي هذه النظرية حيث تغلب الإنسان على قسوة الطبيعة وعمل على تسخير مكونات البيئة لتحقيق أهدافه ورغباته ، فالإنسان هو منشئ البيئة التي يعيش فيها - هكذا تقول النظرية .

(٢) نظرية الحتمية البيئية :

أعطى أصحاب هذه النظرية للبيئة التأثير الأكبر على الكائنات الحية ومنها الإنسان ، فظلت هذه النظرية هي السائدة حتى وقت قريب ، وتؤكد على أن سلوك الإنسان خاضع للظروف البيئية التي يعيش فيها ، وعناصر البيئة الطبيعية هي التي تحكم في السلوك البشري وما على الإنسان إلا التكيف مع بيئته .

وإذا تفحصنا في آراء أصحاب النظريتين السابقتين فإننا نجد أن كلا منهما يغالي في رأيه ، فالأولى ترى أن الإنسان هو سيد البيئة والثانية ترى أن الإنسان وليد الظروف البيئية ، لذلك نشأت نظرية وسط لتواجه الصراع بين أصحاب النظريتين ، وهي نظرية التأثير المتبادل أو النظرية التوافقية .

(٣) نظرية التأثير المتبادل (النظرية التوافقية) :

يرى مؤيدو هذه النظرية أنه توجد تأثيرات متبادلة بين الإنسان وبيئته . فالكائنات الحية تتأثر بالكثير من مكونات البيئة تأثراً كبيراً وفي نفس الوقت تتأثر

البيئة بالكائنات الحية الموجودة فيها ، وذلك يجعل تأثير البيئة تقدما أو تأخرا يحدث حسب توفر الإمكانات وتقدم الإنسان نفسه في الناحية العلمية أو الثقافية أو الاجتماعية .

ففى بعض البيئات التى يصعب العيش فيها يمكن أن يكون تأثير الإنسان عليها تأثيرا كبيرا إذا توفرت لديه الإمكانات وكان على درجة من العلم والمعرفة ، بينما فى البيئات الفقيرة لا يمكن للإنسان أن يغير من بيئته إلا بقدر محدود . مثال ذلك الجبال التى توجد فى بلاد كثيرة منها المتقدمة مثل الدول الأوربية ومنها النامية كاليمن أو السودان ، ففى البلاد المتقدمة لم تقف الطبيعة حائلا أمام الإنسان فقام بشق الأنفاق فى الجبال وأقام الطرق السريعة الملتوية التى تتلاءم مع الطبيعة الجبلية للأرض كما أقام المزارع الخضراء بطريقة للدرجات التى تناسب هذه الطبيعة ، بينما فى الدول الفقيرة نجد أن الطبيعة الجبلية وقفت حائلا وسدا منيعا أمام أي تقدم للإنسان .

وهناك الكثير مما يؤكد صحة هذه النظرية فهي تطابق الواقع وتؤكد ، ففى بعض البيئات تعاضم دور الإنسان فى مواجهة التحديات البيئية وفى بيئات أخرى تغلبت الطبيعة وحمت عليه كثيرا من المعوقات .

مفاهيم بيئية

هناك الكثير من المفاهيم البيئية والتي يظهر الجديد منها كل يوم ... وسوف نتناول على سبيل المثال لا الحصر بعضا منها ، ولا شك في أن معرفة معناها له أهمية كبيرة فى تفهم طبيعة البيئة والمشكلات البيئية .

(١) البيئة Environment

كما عرفنا فى الفصل الأول أن تعريف البيئة يخضع للميول والأهواء لكل فئة من المختصين ، ففي حين عرفها مؤتمر استكهولم ١٩٧٢م بأنها " كل ما يحيط بالإنسان " عرفها مؤتمر بلجراد ١٩٧٥م بأنها العلاقة الأساسية القائمة بين العالم الطبيعي والبيوفيزيائي وبين العالم الاجتماعي السياسي الذي من صنع الإنسان كذلك عرفها مؤتمر تلهسي ١٩٧٧م بأنها مجموعة النظم الطبيعية والاجتماعية التى يعيش فيها الإنسان مع الكائنات الحية الأخرى التى تعتمد منها زادها وتؤدى فيها نشاطها . وهو تعريف أعم وأشمل مما سبقه من تعريفات لأنه يشمل الموارد الموجودة فى مكان ما والمنتجات الطبيعية والاصطناعية ، فى حين نرى أن التعريف المبسط والشامل للبيئة هو " الوسط أو المكان الذي يعيش فيه الإنسان مع الكائنات الحية الأخرى والمواد غير الحية بما يضمه من علاقات قائمة بينها حيث يؤثر فيها الإنسان ويتأثر بها "

هذا التعريف لا يختلف في مضمونه عن التعريفات السابقة ولكنه يتميز بأنه أكثر تبسيطاً حيث يركز على الإنسان وهو الكائن الراقي الوحيد الذي له القدره على إحداث تغييرات جوهرية في المكان الذي يعيش فيه ويؤثر على الكائنات الحية الأخرى التي تعيش معه سواء أكانت هذه الكائنات حيوانية أم نباتية ، فتوجد علاقات متبادلة بينه وبين هذه الكائنات ، كذلك فإنه يتأثر بالعناصر غير الحية الموجودة حوله مثل التربة والمياه والحرارة والضوء والرياح .. الخ ، حيث يتأثر بها إلى حد كبير ويتأقلم معها فيستخرجها لمنفعته كما أنها تؤثر فى تكوينه وسلوكياته .

(٢) النظام System

هو مجموعة من العناصر الموجودة فى البيئة بينها تفاعل متبادل ، يعتمد بعضها على بعض ويؤدي التغيير فى أحد عناصره إلى تغييرات فى العناصر الأخرى لهذا النظام .

(٣) النظام البيئي - (النظام الإيكولوجي) Ecosystem

لم يستخدم هذا التعبير على نطاق واسع إلا فى الستينات من هذا القرن ، وهو يعنى دراسة العلاقات بين عناصر البيئة الحية وغير الحية حيث يتفاعل بعضها مع بعض فى نظام دقيق ليعتمد كل عنصر على العناصر الأخرى ، وهذا هو السر فى استمرارية الحياة ولذلك يسمى النظام البيئي بنظام إعالة الحياة .

ويتكون أي نظام بيئي من أربع مجموعات من العناصر أو المكونات هي * :

(أ) مجموعة العناصر غير الحية : مثل الهواء والماء وحرارة الشمس والضوء والقرية والصخور والمعادن . وتسمى مجموعة الثوابت أو مجموعة الأساس لأنها تضم مقومات الحياة الأساسية .

(ب) مجموعة العناصر الحية المنتجة : وتمثل في الكائنات الحية النباتية وتسمى مجموعة المنتجين **Producers** لأنها تصنع أو تنتج غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأولى (غير الحية) .

(ج) مجموعة العناصر الحية المستهلكة : وهي تتضمن الكائنات الحية التي تعتمد في غذائها على غيرها ولذلك تسمى مجموعة المستهلكين **Consumers** وتشمل هذه المجموعة كلا من الحيوانات العنثية والحيوانات اللاحمة إضافة إلى الإنسان الذي يعتبر عنصرا مهما داخل هذه المجموعة لما يتمتع به من قدرات تأثيره هائلة في عناصر النظام الأخرى ، هذه التأثيرات تتباين بين الهدم والبناء .

(د) مجموعة العناصر الحية المحللة : مثل الكائنات المجهرية كالفطريات والبكتيريا وتقوم هذه المجموعة بعملية تكسير وتحليل المواد العضوية (نباتية وحيوانية) إلى أصولها (عناصر المجموعة الأولى) لتستخدم مره أخرى . فتقوم الفطريات بتحليل المواد العضوية النباتية بينما تقوم البكتيريا بتحليل المواد

تلوث البيئة - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب - الكويت ١٩٨٤ د. محمد عبدالسلام عراقي ، د. عبدالنعم مصطفى وآخرون .

العضوية الحيوانية ولهذا تسمى كائنات هذه المجموعة بإختلالات

. Decomposers

ونلاحظ أن هذه العناصر أو المكونات الأساسية تتفاعل مع بعضها لتكون اتزاناً دقيقاً مرناً في البيئة يجعلها موطناً صالحاً للحياة . ولو أن أحد هذه المكونات تغير بشكل جذري فإنه يحدث اختلال لهذا الاتزان مؤثراً على الحياة تأثراً مغايراً ، إذ تحدث تفاعلات جديدة بين مكونات البيئة والمكون الجديد لتصل إلى حالة إتزان جديدة .

وكثيراً ما يكون هذا الإتزان الجديد غير ملائم لحياة الكثير من الكائنات الحية فلا تستطيع التكيف معه فتتعرض تلك الأنواع وتختفى من الوجود ، ويصبح النظام مختلفاً عما كان عليه قبلاً . ويسمى ذلك بالاختلال في النظم البيئية .

وسوف نتناول أحد الأمثلة على الاختلال في النظم البيئية ، فلو أخذنا غاز ثاني أكسيد الكربون كأحد مكونات الهواء نجد أنه موجود في الغلاف الجوي بنسبة حوالي ٠,٠٣٪ وهو بهذه النسبة يعتبر ضرورياً وأساسياً للحياة على سطح الأرض . ولكن مع زيادة نسبة الملوثات المنطلقة من المصانع ازدادت هذه النسبة فبدأ يفقد وظيفته الإيجابية في صنع الحياة إلى وظيفة أخرى تؤثر تأثيراً سيئاً وتدميراً على النظام البيئي . وهناك نظريتان تفسران تأثير زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو . النظرية الأولى ترى أن زيادة نسبة الغاز في الجو سوف تؤدي إلى زيادة معدل درجات الحرارة على مستوى العالم نتيجة لامتصاص جزيئات ثاني أكسيد الكربون للحرارة مسبباً ارتفاعاً في درجة حرارة الجو (الظاهرة الصوبية) وسوف نتحدث عن ذلك بالتفصيل في فصل قادم .

والنظرية الثانية تقول أن زيادة نسبة هذا الغاز في الجو سوف تؤدي إلى تقليل درجة الحرارة نتيجة لما يكونه الغاز المتجمع وبقيّة الملوثات في طبقات الجو من ستارة تحجز وصول الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض ويعرف ذلك بنظرية التبريد .

وسواء أدت زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون إلى ارتفاع درجة الحرارة أم انخفاضها فإن أي تغير سيكون له تأثير سيء وخطير على الجو العالمي. مما يفقد النظام البيئي العالمي توازنه ويؤدي إلى ظهور مشكلات بيئية خطيرة ، لأن تناقص أو تدهور أي عنصر من عناصر النظام البيئي يؤدي إلى نتائج بيئية خطيرة تؤثر في النظام كله وتصيبه في معظم الأحوال بدرجة تدهور خطيرة يصبح معها عاجزا عن إعادة الحياة الطبيعية إليه ، لهذا فإن التعرف على طبيعة النظام البيئي والحفاظة على عناصره وما بينها من علاقات متوازنة يعتبر أمرا ضروريا لحماية البيئة وصيانتها .

(٤) التلوث Pollution

التلوث هو وجود مادة أو عامل في البيئة بكميات أو صفات ولمدة زمنية تؤدي بطريق مباشر وحدها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الإضرار بالصحة العامة ، وكل ملوث يزيد عن درجة معينة يؤدي إلى مشكلة بيئية

(٥) حماية البيئة Environmental Protection

يعني منع التلوث أو التخفيف من حدته أو مكافحته والحفاظة على البيئة سليمة .

(٦) المحيط الحيوي Biosphere

هو المكان الذي توجد فيه الحياة (الكائنات الحية) وهو يمتد ليشمل ارتفاع حوالي ١٠ كيلومتر من الغلاف الجوي وثلاثة عشر كيلومتراً تحت سطح البحر أما بالنسبة لليابسة فلا يمثلها إلا بضعة أقدام منها ، حيث تعيش الكائنات الحية الدقيقة والديدان الأرضية .

(٧) المحمية الحيوية Biosphere Reserve

هي وحدة بيئية مصونة لحماية الأحياء النباتية أو الحيوانية وفق إطار متناسق يراعي التنوع البيئي والتنوع السلالي وقد تكون المحمية الحيوية برية أو مائية .

(٨) اختلال الاتزان البيئي *

تتسم الدورة الحيوية على سطح الأرض بالدقة والاتزان ، وتسير وفق نظم ثابتة لا تتغير ، ولكن تنشأ المشكلة حين يتم التعامل مع عناصر هذه الدورة الحيوية بأسلوب يتعارض مع مبدأ ثبات الكون ، ودون مراعاة لأسس اتزان البيئة ويكون نتيجة لما يلي :

(أ) نقصان واحد أو أكثر من مكونات أو عناصر البيئة بدرجة تزيد عن حدود احتمال اتزان البيئة .

(ب) زيادة واحد أو أكثر من مكونات أو عناصر البيئة بدرجة تفوق حدود احتمال اتزان البيئة .

* تلتزم البيئة العامة للتصميم التطبيقي والتدريب - الكويت ١٩٨٤ د. محمد عبدالسلام مرابي ، د. عبدالقاسم مصطفى وآخرين .

(ج) سوء استخدام العلم والتكنولوجيا ، وتختلف الثقافة الإنسانية عن تحمل مسؤولياتها والإسهام فى المحافظة على البيئة .

وهذه العوامل مترابطة مع بعضها ترابطاً وثيقاً ، ولكل منها علاقات متبادلة وانعكاسات وتأثيرات على العوامل الأخرى .

ودون تدخل الإنسان تظل الحالة الطبيعية للبيئة تسير سيراً عادياً ما لم تحدث كوارث طبيعية على نطاق واسع ، ولذلك يظل الإنسان هو السبب الرئيسى لأي خلل يحدث فى البيئة ، وهو فى هذا المجال أسوأ من الكوارث الطبيعية لأن أفعاله متكرره ودائمة ومتزايدة باستمرار فى حين أن الكوارث الطبيعية ليست من الأمور المعتادة أو التى تحدث بشكل متكرر أو فى فترات متقاربة .

ولكى نعرف بوضوح كيف يحدث الخلل البيئى سنتناول ما يحدث فى البيئة الصحراوية كمثال على مردود المتغيرات على وظيفة البيئة ونظامها وحدوث الخلل .

الصحراء كما نعلم نظام بيئى متكامل به كل المكونات اللازمة لجعله نظام قائم بذاته ، النباتات فيه هي العناصر المنتجة ، والحشرات وبعض الزواحف والقوارض عناصر مستهلكة من الدرجة الأولى وأكلات اللحوم (بعض الثعابين والعقارب والعناكب وطحالب الفنك) مستهلكات من الدرجة الثانية ، والماء والحرارة عاملان محددان للحياة فى ذلك النظام .

فإذا ما نظرنا إلى الصحراء كنظام بيئي من خلال هرم الغذاء ، نجد النباتات تشكل قاعدة الهرم ، والزواحف والقوارض تشكل الحلقة الوسطى أما ثعالب الفنك فتحتل قمة الهرم الغذائي .

الصحراء إذن نظام متزن ، ولكن ماذا لو انخفض معدل سقوط الأمطار في أحد الأعوام إلى الحد الأدنى ؟

نلاحظ أنه عندما ينخفض معدل سقوط الأمطار إلى الحد الأدنى ، فإنه يثبت حد أدنى من النباتات الحولية تعيل حداً أدنى من آكلات العشب يكفي لإعالة حد أدنى من آكلات اللحوم ، ولذلك فإن التغير في مكون من مكونات النظام البيئي يحدث تغيراً في باقي المكونات ، ومع ذلك تبقى صورة الاتزان قائمة .

وماذا يحدث عند اضطراب أعداد كبيرة من ثعالب الفنك ؟ عندما يحدث ذلك فإن آكلات العشب تعيش في أمن أفضل ، وبذلك تحافظ على نسبة عالية من الأفراد مما يرهق نباتات الصحراء وتصبح غير قادرة على إعالة آكلات العشب كثيرة العدد ، فالنظام البيئي يصاب بالخلل في هذه الحالة ، لأن آكلات العشب تعيش في جماعة ، بعضها يتحملها وبعضها الآخر لا يقوى عليها فيموت جوعاً ، عندما تقل أعداد آكلات العشب وتصبح في حدود قدرة ما تبقى من المنتجات على إعالتها ، وما تبقى من أعداد ثعالب الفنك يتوفر لها ما يكفيها من غذاء وبذلك يأخذ النظام البيئي صورة جديدة من صور الاتزان .

صورة أخرى من صور اختلال الاتزان البيئي تجدها عند رش مبيدات الحشرات بجوار أحد الأنهار فتجد أن هذا المبيد ينتقل إلى مياه النهر فيقتل معظم

الأممك به ، وتبقى أسماك الوحل والطين . فبعد أن كانت بيئة النهر مستقرة حدث خلل نتيجة تدخل الإنسان بوضع المبيدات في النهر فدمر هذا التوازن دون أن يعلم مسبقا عواقبه .

وهناك العديد من الأمثلة الحياتية على تسبب الإنسان في إخلال التوازن البيئي سواء بطريقة مباشرة أم بطريقة غير مباشرة ، وليس بعيد عنا مخلفات المصانع التي تضر إلى الهواء وتلقى فيه بكميات تفوق الخيال ، وذلك يؤدي بالطبع إلى تأثيرات مختلفة في طقس الأرض ، علاوة على العواقب الوخيمة على الحياة كلها . فتخريب الإنسان للطبيعة يزداد كلما ازداد الطلب على المادة التي يستخرجها ، أو كلما شكلت هذه المادة سلعة تجارية يمكن تصديرها أو الاستفادة منها كما يحدث عند قطع أشجار الغابات لبيعها كأخشاب تستخدم في الصناعة ، وبذلك وقعت الغابات ضحية تطور الإنسان فتعرضت للاستثمار غير الرشيد (الاستنزاف) وبدون أي تقدير للمسؤوليات أو للأضرار الناشئة عن ذلك والناجمة عن جهل الإنسان لنور الغابات في حياته ، ولجهله أيضا بأنها مخزن الطاقة الشمسية ومصدر الأكسجين الذي نتنفسه ، والغذاء الذي نتناوله ، ودون أي إدراك بأن إزالة الغابات عن مكان معين تصبح تلك البقعة جرداء تفقد خصوبتها تدريجيا ، وبذلك يتم القضاء على النظم البيئية للغابة وتدهور الحياة فيها

ولاشك في أنه يوجد الآلاف من أسباب وعوامل التدهور البيئي في العالم ، ومع أن التكنولوجيا قد أسهمت إلى حد بعيد في توفير وسائل الراحة والوقاية من الأمراض والحد من الوفيات وتوفير حياة أفضل لكنها في نفس الوقت كانت عاملا رئيسيا ساهم في تخريب البيئة ، وتسببت في الكثير من الأمراض للكائنات الحية ،

فالتلوث الصناعي في البلاد المتقدمة ، والإسراف في استغلال الموارد الطبيعية في البلاد النامية كلها أمثلة حية للمشكلات البيئية الناتجة عن الاختلال فى النظم البيئية ، ولذلك كان لزاما أن يكون هناك دور للتنمية فى وقف التدهور والاختلال البيئي .

(٩) الاستنزاف Attrition

يعني الاستهلاك غير الحكيم للموارد الطبيعية سواء في الكمية أم النوعية . وقد مارست العديد من الدول المتقدمة (دول الشمال) دور استنزاف الموارد الطبيعية وبشكل مجحف في أراضي الدول الفقيرة ، ولكن عرف الإنسان بعد فوات الأوان أن كل ما يؤدي البيئة نتيجة استنزافه لمواردها يرتد عليه فى النهاية . وقد أصبح من الأهمية بمكان أن تكون هناك إدارة وإعوية للموارد الطبيعية من أجل بقاء الإنسان ، ويتطلب الأمر أن توجد الدول مؤسسات تكون مهمتها حصر هذه الموارد والإشراف عليها وكيفية استخدامها وفق ضوابط ومعايير معينة بما يحقق بقاء هذه الموارد كمصدر عطاء دائم ، وهذا بالطبع يحمد من عمليات استنزافها .

(١٠) التخطيط البيئي والتنمية المستدامة

التخطيط بصفة عامة هو أسلوب علمي يساعد في التوصل إلى أفضل النتائج لتحقيق أهداف موضوعة سلفا عن طريق وسائل محددة وفق جدول زمني معين . والتخطيط متبع الآن في كافة المجالات سواء الاقتصادي منها أم الثقافي .. العلمي أم الاجتماعي .. العسكري أم المدني ... الخ .

التخطيط البيئي هو جزء من التخطيط بصفة عامة ، ولكنه يُركز على التأثيرات البيئية للمشروعات الاقتصادية ويهدف بالدرجة الأولى إلى الاستغلال الرشيد للعناصر والموارد البيئية دون إحداث أي خلل أو ضرر بالبيئة وفي نفس الوقت ليس له تأثير سلبي على الناحية الاقتصادية للمشاريع .

والتخطيط البيئي هو أحد الوسائل الهامة لنفع عملية التنمية المستدامة فالتخطيط السليم يتسم بالواقعية ويقوم على حصر* الحاجات والإمكانات حصرا واقعيا مع أخذه في الاعتبار العوامل التي يمكن أن تتدخل في المواقف سواء أكانت عوامل خارجية أم داخلية ، كذلك يتسم بالتكامل لأن كل عمل يتم في المجتمع تمتد آثاره إلى كل القطاعات بدرجات متفاوتة كما أن السياسات الخاصة بالتنمية البيئية تعتبر جزءا لا يتفصل عن السياسة العامة للتنمية الشاملة ، ولذلك فإن عمليات التخطيط البيئي يجب أن تهتم بالمكونات الطبيعية والمشيئة في البيئة على حد سواء .

ولا يمكن فصل التخطيط عن التنمية لأنها تستند على مفهوم يعني أن الاهتمام بالبيئة أساس التنمية الاقتصادية لأن الموارد الطبيعية الموجودة بالبيئة هي أساس كل الأنشطة ، فإذا حافظنا على هذه الموارد أمكننا تحقيق التنمية ، أما إذا استنزفنا هذه الموارد حدث تدهور في البيئة تكون له آثار سيئة على النواحي الاقتصادية أيضا .

ويعني آخر فإن التنمية المستدامة هي تلبية احتياجات ومتطلبات الحاضر دون الإضرار والإخلال بتلبية حاجات المستقبل . وتتطلب في نفس الوقت الأخذ

* البيئة والتنمية للمستدامة - الكويت ١٩٩٢ د.عبدالله الكندري

بالاعتبارات البيئية في الحسبان ، ويعتبر التخطيط الوسيلة الأولى لتحقيق التنمية بكل مظاهرها الاقتصادية ، والاجتماعية والصحية والثقافية . ورغم شيوع التخطيط كأسلوب علمي لاستغلال موارد الطبيعة ، ولضبط الاتزان بين الإنسان والبيئة ، إلا أن أكثر الدول تعاني من المشكلات البيئية الخطرة وذلك بسبب الإخفاق في فهم المدلول الشامل لمعنى التخطيط ، فقد ركز المسؤولون عن التخطيط بالدرجة الأولى على المردود الاقتصادي لمشروعات التنمية دون الأخذ في الاعتبار البعد البيئي لهذه المشروعات .

التخطيط البيئي السليم هو الذي يهتم بالقدرات البيئية على الاستيعاب بحيث لا تتعدى مشروعات التنمية وطموحاتها الحد الأيكولوجي الحرج ، وهو الحد الذي يجب أن تتوقف عنده ولا تتعداه ، لكي لا تحدث نتائج عكسية قد تعصف بكل ثمار مشروعات الخطة وربما تؤدي إلى كارثة إيكولوجية ، أي أن التخطيط البيئي هو التخطيط الذي بطوع خطط التنمية يبيها .

ويرتكز التخطيط البيئي على جملة أسس منها التقييم البيئي ، ويقصد به تقييم المعطيات البيئية واختيار الأنسب منها ، بما يقلل بقدر الإمكان من الآثار السلبية لأي مشروع من المشروعات ، ويتطلب هذا وجود مجموعة من الكوادر الفنية المتخصصة تعمل كفريق متناسق ، كما يجب توفير النظرة الشمولية والتكاملة للخطة ويقصد بها تبني المشروعات التي تستهدف بالدرجة الأولى صيانة موارد البيئة وتنميتها والحفاظة عليها ، بغض النظر عما إذا كانت ستحقق عائدا اقتصاديا على المدى المنظور . وتعتبر الإدارة البيئية الواعية من أهم الأسس الاستراتيجية فى عملية التخطيط ، ويقصد بها اتخاذ الإجراءات الوقائية من احتمال حدوث أي تدهور للبيئة أثناء التنفيذ ، وأن يكون للخطة المرونة الكافية لتحقيق أهدافها بأقل

تكلفة اقتصادية واجتماعية ممكنة ، والوصول إلى التنمية المتوازنة ، وهو ما يعني تحقيق التوازن بين خطط التنمية والخطط البيئية ، وتعبر السياسات البيئية جزءا من أساليب التنمية الشاملة . ويحتاج التخطيط البيئي إلى عدة جوانب منها الخلفية الفنية المتخصصة ، والخبرة في التخطيط لمشاريع التنمية ، والنظرة الشمولية المتكاملة ذات البعد المستقبلي عند وضع القرارات البيئية .

* عوامل وأسس التخطيط البيئي

تعاني معظم الدول النامية من نقص في القوانين التي تضبط التوسع الصناعي ومشاريع الإنماء بشكل عام حسب أسس تكامل هذه المشاريع مع البيئة ، ولكن أصبح من الملح تدارك هذا الواقع سيما وأن سياسة الاهتمام البيئي بدأت تلعب دورا أكبر إزاء هذا الوضع .

ويمكن الرجوع إلى العوامل التالية كأساس عام في التخطيط الذي تراعى فيه الأسس والعلاقات البيئية :

(أ) المساحات المطلوبة لتنفيذ المشروع المقترح والمرافق العامة والتخدمية التي يحتاجها وكلفتها التقديرية .

(ب) طبيعة واستخدامات الأرض التي ستم عليها عمليات بناء المشروع المقترح وذلك من ناحية الغطاء النباتي والحيواني وأهميتها البيئية والجمالية .

(جـ) توفر المواد الأولية إذا كان المشروع صناعيا .

(د) توفر التجهيزات والآليات اللازمة .

(هـ) توفر الطاقة اللازمة لمراحل البناء والتجهيز والاستثمار .

- (و) توفر اليد العاملة وإمكانية استيعابها بالبيئة المجاورة .
- (س) توفر سبل المواصلات والاتصالات .
- (ح) مدى أهمية المشروع من الناحية الاستراتيجية والقومية .
- (ط) تأثير جميع مراحل المشروع على البيئة وكذلك تأثير البيئة على سهولة تنفيذ واستثمار المشروع .
- (ك) مدى إمكانية ومهولة التخلص من النواتج الثانوية والمخلفات الصلبة والسائلة والغازية إن وجدت .
- (ل) إمكانية إعادة استخدام بعض المواد المتخلفة عن الصناعة أو الموارد الطبيعية .

* الاعتبارات البيئية في إقامة مشاريع التنمية

إن الجهات المعنية بالتخطيط وحماية البيئة مسؤولة عن دراسة جميع الجوانب البيئية لمشاريع التنمية المختلفة وهي مطالبة بالاستعانة بالمتخصصين في علوم البيئة والمحالات الأخرى كالمختصين في تصميم طرق سبر المركبات وهندسة التربة والمياه الجوفية والهندسة البحرية للوصول إلى الحلول التي من شأنها جعل المشاريع ناجحة عمليا وذات آثار بيئية محدودة يمكن التغلب عليها .

فمثلا تختلف نظرة المسؤولين للبيئة البحرية بدولة تعتمد على تحلية مياه البحر كمصدر أساسي لمياه الشرب كدولة الكويت عن دولة أخرى تعتمد على البيئة البحرية كمصدر للثروة السمكية أو السياحة . وعلى هذا الأساس فإن إحداث أي تغيير في أحد المكونات سوف يكون له ردّة فعل على المكونات الأخرى وعلى طبيعة الاستغلال الممكنة للمناطق الساحلية ، مما يتوجب على

المسؤولين عن التخطيط ومشاريع التنمية توحي الحرص وإجراء الدراسات البيئية للمشاريع واختيار الحلول التي من شأنها الحد من التسبب في تغيرات بيئية قد تخل بالتوازن البيئي ، أو تؤثر على المشاريع القائمة ، وقد دفع ذلك عدد من المتخصصين بحماية البيئة للدعوة لإعادة النظر وإجراء الدراسات البيئية الدقيقة قبل إقامة المنشآت الصناعية الكبيرة وهي سياسة اتبعتها العديد من الدول المطلة على البحر .

(١١) تقييم للمردود البيئي

منذ بداية الخمسينات ومع زيادة الوعي البيئي بدأ تركيز الانتباه نحو التفاعل بين مشاريع التنمية والتأثيرات البيئية الناجمة عنها . وقد أدى هذا الاهتمام إلى أن يطالب المواطنون بضرورة توضيح الجوانب البيئية قبل اتخاذ أي قرار يتعلق بتنفيذ المشاريع التنموية المختلفة . وقد تبني هذا التوجه بالفعل بعض المسؤولين الحكوميين المعنيين بشؤون الصحة والبيئة في الدول النامية .

لم تكن البداية في دراسة التفاعل بين مشاريع التنمية والتأثيرات البيئية الناجمة عنها أو ما يطلق عليها " بالمحاولات البدائية في تقييم المشاريع التنموية " على مستوى من النضج والفعالية إذ غالباً ما كان هذا التفاعل على دراسات اقتصادية بحته تعرف حالياً بدراسة " تحليل الفوائد والتكاليف " والتي تم تطويرها لتمثيل كل التأثيرات على شكل تكلفة الموارد مقدرة بالمصطلحات المالية .

ونظراً لظهور بعض المشاكل من جراء استخدام الدراسة الاقتصادية فقط عند تقييم المشاريع التنموية كما حدث بعد إنشاء السد العالي في أسوان بجمهورية مصر العربية والمطار الثالث المقترح في لندن ، فقد ظهر جلياً مدى الخلل والقصور

في استخدام هذه الطريقة ، مما أدى إلى تطوير آخر يعني بالجوانب البيئية عند تقييم المشاريع التنموية ومنعها وزنا لا يقل عن الجوانب الفنية والاقتصادية المرتبطة بالمشروع . هذا النظام يعرف حاليا بدراسات " تقييم المردود البيئي " .

ان اوائل الذين استخدموا نظام تقييم المردود البيئي كوسيلة لجمع المعلومات لم يستوعبوا السياسة البيئية المتعلقة بالمشروع المقترح حينما لم يُضمنوا النظام بعضا من الاستفسارات الهامة والحيوية والتي تشمل مدى الحاجة للمشروع المقترح والبدائل المناسبة التي تلد نفس الأرباح ، وأوجه الاختلاف من ناحية التأثير البيئي الناجمة عن كل بديل ، ومقارنة نقل التكنولوجيا الخطرة بمستويات السلامة والأمان للمواطنين بالإضافة إلى مدى ضمان حماية البيئة فى المناطق ذات المناظر الطبيعية ، وبيئة الانسان .

من خلال هذه الاستفسارات الهامة والحيوية يمكن إدراك مدى أهمية دراسات تقييم المردود البيئي كأداة رئيسية في التقييم السليم للمشاريع التنموية المختلفة وفي تشكيل الخطط والسياسات البيئية السليمة .

* اهداف تقييم المردود البيئي

ان الغرض أو الهدف الرئيسي من استخدام نظام تقييم المردود البيئي هو التعرف على التأثيرات البيئية والاجتماعية والصحية المحتملة من مشروع معين وتحديدها من خلال تقييم الآثار الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية بشكل يسمح باتخاذ قرار منطقي سليم ومعقول بشأن تنفيذ المشروع المقترح وإجراء الحلول التي من شأنها تقليل الآثار السلبية الناجمة عنه عن طريق

دراسة المواقع البديلة للمشروع أو العمليات البديلة الممكنة . وبناء على ما تقدم فقد تنوعت تعاريف تقييم المردود البيئي من مكان لآخر ولا يوجد حتى الآن تعريف عام مقبول عالميا لهذا النظام وتبين التعاريف التالية مدى التنوع والاختلاف في أهداف نظام تقييم المردود البيئي :

(أ) أحد هذه التعريفات يقول بأن تقييم المردود البيئي عبارة عن فعالية أو نشاط إبتدع بهدف التنبؤ بالتأثيرات المختلفة على مكونات البيئة وصحة الإنسان وكأداه يمكن من خلالها الحكم على صحة الاقتراحات التشريعية والسياسات والبرامج والمشاريع والخطوات التشغيلية إضافة إلى ربط وتفسير المعلومات المتوفرة عن التأثيرات المتوقعة .

(ب) تعريف آخر يبين أن الهدف من تقييم المردود البيئي هو الوصف والتنبؤ بإيجابيات وسلبيات المشروع المقترح بعد التعرف عليها . ولكي يكون هذا التقييم ذا جدوى فلا بد من توصيله لصانعي القرار بطريقة واضحة ومفهومة ولا بد من تحديد الإيجابيات والسلبيات بناء على قاعدة أو معيار يناسب الدولة التي سيقام على أرضها المشروع .

(ج) تعريف ثالث يوضح أن الهدف عبارة عن وسيلة لتقييم الآثار البيئية والاجتماعية التي قد تنجم عن مشروع ما .

(د) رابع يبين أن التقييم عبارة عن قيم كمية لعناصر متغيرة يتم اختيارها حسب نوع المشروع ومكانه وتشير إلى جودة البيئة ونوعيتها قبل وأثناء وبعد تنفيذ المشروع المقترح .

(هـ) وأخيرا وليس آخراً هناك من يقول أن هذا النظام عبارة عن عملية اختيار منهجية منسقة تشمل التأثيرات البيئية للمشاريع والسياسات والخطط والبرامج ، تهدف إلى التلميح لصانعي القرار بالطرق البديلة للتنفيذ قبل اتخاذ القرار .

وهنا لابد من الإشارة إلى التعريف الصادر من برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) بشأن تقييم المردود البيئي الذي يؤكد على أن اتخاذ القرار حول التأثيرات الإيجابية والسلبية لمشروع ما لابد أن يكون أحد العناصر الهامة فى نظام المردود البيئي وذلك حسب الظروف الخاصة بكل دولة .

* مميزات تقييم المردود البيئي

يعتبر نظام تقييم المردود البيئي أداة فعالة في الاستعداد للمصادر البشرية والطبيعية التي تثبت أهميتها سواء للموادي المشروع المقترح أو حتى لصانعي القرار . إذ قد يقلل استخدام هذا النظام من التكاليف والوقت الذي يستغرق عادة في اتخاذ القرار وذلك عن طريق التقليل قدر الإمكان من تكرار الجهود المبذولة وقياس كمية التأثيرات الأولية والثانوية التي قد توجب إدخال أجهزة غالية الثمن للتحكم في التلوث ، أو توجب التعويضات أو أية تكاليف مستقبلية . ولكي يكون هذا النظام ناجحا وفعالاً لابد أن يؤخذ بعين الاعتبار تنفيذه وإنجازه في مرحلة متقدمة من تخطيط وتصميم المشروع واعتباره عنصراً رئيسياً وهاماً ومتكاملاً في تصميم المشروع لا أن يكون شيئاً يستفاد منه بعد انتهاء تنفيذ المشروع .

ويتميز نظام تقييم المردود البيئي بمقدرته الفائقة على اختبار التصاميم البديلة للمشروع المقترح واختيار الأنسب من بينها حسب التأثيرات البيئية الناجمة عن كل بديل وذلك بشرط أن يتم ذلك في مرحلة متقدمة من مراحل تصميم وتخطيط المشروع .

وهكذا نرى أن النظام لا يهدف إلى بحث التأثيرات السلبية فقط وإنما يتعدى ذلك إلى توفير الأرباح وتحقيق أفضل النتائج من خلال اختيار الموقع المناسب والعمليات التشغيلية المناسبة وهذا ما يكسب المشروع ميزات مالية على المدى البعيد إذ لو تم تحديد مشكلة ما في مرحلة متقدمة من تخطيط المشروع لأمكن توفير الكثير من المال الذي ينفق لحلها فيما بعد . وفي أسوأ الظروف ، قد يكون التحلي عن فكرة تنفيذ المشروع أمرا مطلوباً لو وجد أن المواقع المقترحة أو التصاميم البديلة لا تتناسب والآثار السلبية المحتملة من المشروع ، وهذا بالطبع سوف يوفر تكاليف رأس المال .

ان إدماج نظام تقييم المردود البيئي ضمن خطة اتخاذ القرار له في الحقيقة فوائد كثيرة ، فلو كان التنبؤ بالآثار المحتملة من المشروع المقترح متاحاً لأمكن تجنب الآثار السلبية إلى أقصى حد ولأمكن تحديد المناطق الأكثر عرضة للآثار السلبية وبالتالي اتخاذ قرار بالاختيار الأنسب للموقع البديل .

واستخدام نظام المردود البيئي له بعض السلبيات ، فإن تقييم المردود البيئي في الحقيقة ليس (دواء) عالمياً يشفي جميع أمراض البيئة على الرغم من مزاياه التي ذكرت سابقاً . فهناك بعض العقبات التي تعيق تطبيقه أحياناً ونحدد من استخدامه أحياناً أخرى ومن أهم هذه العقبات أو السلبيات ما يلي :

(أ) السياسات الوطنية التي يضعها نواب الحكومات ، والتي تجعل التقييم ينحصر بداخلها ولا يخرج عن معانيها الضمنية .

(ب) الحالات التي تنشأ من اقتراح يتعلق بمطلب عام ، (كشروط التوظيف مثلاً) حيث يكون من غير المناسب استخدام هذا النظام لإيقاف مشروع يتوقع أن يشغل الألوف من سكان المنطقة على الرغم من السلبية البيئية التي قد تنجم عن تشغيله .

(ج) استخدام النظام فقط عند وجود جدال أو نزاع معين حول مشروع ما ، إذ تكون فعالية وحيادية نظام التقييم قد ضعفت لأن الجهة صاحبة المشروع (موضوع الجدل أو النزاع) قد إلترمت بشكل نهائي في تنفيذه ولن تتعلى عنه .

(د) عدم وجود الوقت الكافي لإجراء تقييم المردود البيئي ، مما يضعف القدرة على تعديل المقترحات أو إنحاز أية سلبية أو إيجابيات متوقعة من المشروع .

(هـ) الخطر المتمثل في توجيه وانحياز التقييم لصالح الجهة المسؤولة عن المشروع ، إذ قد يأخذ الانحياز شكل وثيقة دعائية وإعلامية بدلاً من أن يكون عاملاً مساعداً وهاماً في صنع القرار ، وقد يلجأ أصحاب المشروع إلى عرض (موسوعة) في تقييم المردود البيئي لإقناع السلطات بضرورة استكمال المشروع .

(و) السطحية في التقييم ، بحيث يفشل النظام في توفير المعلومات المتعلقة بخصوصيات التأثيرات (كتحديد أهم عناصر متغيرات التأثير) .

وقد يفشل أيضا في تحديد الفاصل الزمني للتأثيرات ومدتها سواء أكان ذلك أثناء عمليات البناء أو التشغيل .

ومن خلال هذه السليبيات أو العقبات فإن المميزات المحتملة من إستخدام نظام المردود البيئي قد تقل إلى أقصى حد ممكن ويكون تنفيذها حيثئذ مضیعة للوقت وإهدار للأموال والإمكانات دون التوصل إلى نتائج مفيدة .

التربية البيئية

أصبحت دراسة التربية البيئية من الموضوعات الهامة التي تغطي الآن أكثر من أي وقت مضى باهتمام متزايد من قبل التربويين في العالم أجمع ، وقد زاد الإدراك بأهميتها لعلاقتها الوطنية بالتنمية الاجتماعية لأي بلد .

وقد أخذت البرامج التعليمية في إدخال هذا الموضوع ضمن مناهجها وكتبها المدرسية بشكل أو بآخر ، والهدف من ذلك هو كيف نعد الأفراد لينشأوا نشأة بيئية سليمة والمساهمة في الحفاظ على بيئتهم . وقد ناقشت المؤتمرات البيئية هذا الموضوع بدءا من مؤتمر استوكهولم ومرورا بمؤتمر تبليسي وبلجراد ، وكان الهدف هو إعداد الفرد الواعي بالمشكلات التي تعاني منها البيئة وكيفية العمل على إيجاد حلول لها ، والتعامل مع هذه المشكلات بطريقة صحيحة .

أى أن من أهم أهداف التربية البيئية الاهتمام بالبيئة وإعداد الفرد الذي يتميز بالعلم والسلوك القادر على التنبؤ بالمشكلات البيئية المصاحبة للتقدم والذي يستطيع العمل الفردي والجماعي لمجابهة هذه المشكلات .

وقد اهتمت الكثير من الدول بدراسة التربية البيئية في المجال التعليمي وعقدت عدة مؤتمرات نظمتها الأمم المتحدة وكان بدايتها مؤتمر قارلوا عام ١٩٦٨م والذي تم فيه ربط تدريس العلوم بحياة الأفراد والجمعيات ثم عقد مؤتمر عام ١٩٧٣م في ماري لاند بالولايات المتحدة الأمريكية حيث نوقش فيه موضوع إعداد وتدريب المعلمين للقيام بتدريس العلوم المتكاملة باستخدام مداخل بيئية ، كما عقدت المؤتمرات الأخرى في بلجرواد ١٩٧٥ وثلبيسي ١٩٧٧ (الذي يعتبر نقطة تحول كبيرة في تاريخ علم التربية البيئية) وكان من نتائجها معرفة كيفية إدخال المفاهيم البيئية في المواد الدراسية المختلفة . وهنا لا بد لنا من وقفة حيث قدم لنا علماء التربية ثلاثة آراء أو أساليب لتضمينها في المناهج الدراسية هي :

(١) المدخل المستقل :

وهي برامج دراسية متكاملة للتربية البيئية بحيث تدرس كمنهاج دراسي مستقل قائم بذاته . ومع أن هذا المدخل يلائم المرحلة الابتدائية أو التعليم قبل المدرسي لأن تلاميذ هاتين المرحلتين لا يعرفون تفريع المعرفة ويسهل تدريس هذا بسهولة ، إلا أن هذا المدخل أخذ في الانتشار في التعليم الجامعي ، وقد أثبت ذلك جدواه وأثره في تكوين اتجاهات إيجابية تجاه البيئة . وذلك يعني أن تكون التربية البيئية مادة جديدة تضاف إلى الخطة التدريسية وتزداد المادة تشعبا كلما ارتفع المستوى التعليمي .

(٢) المدخل الإنتماجي :

ويتم بإدخال المعلومات البيئية في المواد الدراسية أو ربط المحتوى بقضايا ومشاكل بيئية . ويكون ذلك مرتبطاً بمواد العلوم والدراسات الاجتماعية على وجه الخصوص .

(٣) مدخل الوحدات الدراسية :

ويتضمن إدخال وحدة أو فصل عن البيئة داخل إحدى المواد الدراسية مثل الأحياء أو الجغرافيا أو اللغة العربية . كذلك توجيه مادة دراسية بأكملها توجيهاً بيئياً . وقد وضعت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو) منهجاً في العلوم عن البيئة يدرس في المرحلة المتوسطة .

ونجد في المدخلين الثاني والثالث أنه لا بد من إعداد المدرسين إعداداً جيداً حتى يمكنهم القيام بدورهم على الوجه الأكمل .

ولكن ما هي الأهداف العامة للتربية البيئية ؟

يمكن تلخيص الأهداف الرئيسية للتربية البيئية كما حددها وليم ب . ستاب

William.B-Stapp فيما يلي :

مساعدة الأفراد على اكتساب المفاهيم التالية : -

(١) ان الإنسان جزء لا يتجزأ من النظام البيئي وللإنسان القدرة على أن يغير من هذا النظام سلباً أو إيجاباً .

(٢) المحافظة على نوعية النظام البيئي وتنميته من أجل تقدم الإنسان ورفاهيته مادياً وإنسانياً .

(٣) الفهم الحقيقي لكيفية الإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية أو الصناعية والاعتبارات التي تحكم هذا الاستخدام .

(٤) التفهم الكامل للمشكلات البيئية التي تواجه المجتمع وكيفية المساهمة في حل هذه المشكلات .

(٥) مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب المهارات اللازمة لحل المشكلات البيئية وتطوير الظروف البيئية إلى الأفضل .

لذلك فلكي تحقق التربية البيئية هذه الأهداف ينبغي أن تقدم للتلاميذ المعلومات التي تساعد على فهم البيئة المحيطة بهم وتكسبهم اتجاهات واهتمامات بناءة نحو حل المشكلات التي تعاني منها البيئة . ويذكر عن ذلك أنه لتحقيق * أهداف التربية البيئية فإنه يمكن تصنيفها في أبعاد ثلاثة هي :

(أ) البعد الإدراكي :

ويضم المعلومات التي يجب أن يعرفها الأفراد نحو بيئتهم وكل ما تحتويه من موارد وما تتعرض له من مشكلات .

* التربية البيئية - النموذج والتحقيق والتقييم - دار المعارف ١٩٨٨ - القاهرة د/ صبرى الدمرداش .

(ب) البعد المهاري :

ويشمل المهارات التي يجب إكسابها للأفراد والجماعات ليتمكنوا من التعامل مع بيئتهم .

(ج) البعد الانفعالي :

ويختص بالاتجاهات والاهتمامات والميول وأوجه التقدير التي يجب إكسابها للأفراد والجماعات لترشيد سلوكهم تجاه بيئتهم .

يتضح مما سبق أن التربية البيئية بمعناها الشامل هي عملية إعداد الفرد للتفاعل مع بيئته التي يعيش فيها بما تشمله من موارد ، وتنمية الجوانب التي تساعد على فهم العلاقات المتبادلة بينه وبين المحيط من حوله . كذلك تنمية المهارات التي تمكنه من المساهمة في حل مشكلات بيئته وما قد يهددها من أخطار ، مع تكوين الاتجاهات والقيم السلوكية نحو هذه البيئة لتقدير أهمية العمل على صيانتها والحفاظة عليها .

أي أن الهدف الأسمى من التربية البيئية هو إعداد الفرد وتوجيهه سلوكيا للمحافظة على بيئته . وهناك أيضا التربية السكانية ، حيث يوجد تداخل بين التربية البيئية والتربية السكانية ، فأى تقدم يحرز في أيهما ينعكس على الأخرى . فالتربية السكانية تهدف إلى تلافي المشكلات السكانية والناجمة عن تأثيراتهم السيئة فى البيئة ، مثل التخلص من القمامة ومياه الصرف الصحي والعشوائيات ... الخ ،

بهدف تحقيق حياة سعيدة للفرد والأسرة والمجتمع ، وذلك بالطبع يؤثر ويتأثر بتربية الفرد البيئية .

* التربية البيئية في الاسلام والراث العربى :

التربية البيئية ليست حديثة العهد ، فقد حثنا الإسلام وطالبنا بالاهتمام بالطبيعة واستثمارها دون استنزاف وذلك ورد فى كثير من آيات القرآن الكريم ، نذكر منها على سبيل المثال :

﴿ ولا تفسدوا فى الأرض بعد إصلاحها ذلكم خير لكم إن كنتم مؤمنين ﴾

﴿ سورة الأعراف آية ٨٥ ﴾

﴿ وخلق كل شيء ففقره تقديرا ﴾

﴿ سورة الفرقان آية ٢ ﴾

كما حضت الأحاديث النبوية الشريفة على حماية البيئة ورعايتها ، ومن هذه الأحاديث الكثير مثل . قول الرسول صلى الله عليه وسلم :

" اتقوا الماء من الثلاثة : البوار فى الماء وفى الظل وفى طريق الناس "

وقوله عليه السلام :

" إن قامت على أمتكم القيامة وفى يدهم فسيلة فليخرسوا "

وقوله أيضا :

" لا يبولن أحدكم فى الماء الراكد ثم يغتسل فيه " .

ولو نظرنا إلى أحدث النظريات في التربية البيئية فلن نجد أنها تخرج عن هذا الإطار . والراث العربي ملئ بما يؤكد على أن التربية البيئية هي إحدى الركائز التي كانت موضع الاهتمام عند العرب ولكن ما جعل التربية البيئية تأخذ الإهتمام الزائد في العقدين الماضيين هو ظهور الكثير من المشكلات البيئية التي أصبحت تهدد مستقبل البشرية مثل الانفجار السكاني والتصحر والتلوث بأنواعه المختلفة نتيجة الإخلال الذي أحدثته الإنسان بالبيئة ولذلك كان من الضروري على التربية أن توجه الإنسان لتحمل مسؤولية إصلاح ما أفسده وعدم تماديهِ في التخريب والإتلاف بيئته ، لأن بقاء الجنس البشري يتطلب من كل فرد في المجتمع أن يكون متفهما لعلاقته بيئته وأن يكتسب من القيم والميول والاتجاهات ما يمكنه من المحافظة على هذه البيئة التي يعيش فيها ، وأن ينشط سواء على المستوى الفردي أم المستوى الجماعي للتغلب على المشكلات التي تعاني منها بيئته ، أو منع ظهورها لأن تخريب البيئة غالبا ما يقع في المجتمعات التي يعجز فيها المهتمون بالبيئة عن اتخاذ أى إجراء ، وهذه هي خلاصة فلسفة التربية البيئية .

* التربية البيئية في الوطن العربي :

واقع التربية البيئية * في أقطار الوطن العربي يوضح أن هناك اختلافات كبيرة في النظرة من حيث تطبيق مفاهيم التربية البيئية وتضمينها مناهج التعليم ،

* التربية البيئية في مناهج التسليم العالي بالوطن العربي - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - تونس ١٩٨٧ .

كما اتضح أن هناك درجات مختلفة من حيث أسلوب تعامل الأفراد مع البيئة يزأوح بين الجور الزائد عليها وبين صيانتها ، ويتميز الواقع بالتالي :

(١) ان كل الأقطار العربية تعاني من مظاهر الاعتداء على البيئة يتساوى في ذلك الكبار والصغار ، الأقطار الفقيرة والأقطار الغنية ، ولكن تزداد وضوحا في البلاد الأكثر فقراً .

(٢) البلاد العربية تعاني من المشكلات البيئية الناتجة عن ظاهرة المحجرة من الريف إلى المدن .

(٣) التطور الصناعي غير منظم مما يؤدي إلى الجور على الأراضي الزراعية وإلقاء الفضلات في الأماكن المكشوفة مما تحمله هذه الفضلات من سموم سريعة التأثير على ما حولها من ماء وهواء وتربة .

(٤) تقوم بعض الأقطار بمحاولات لمواجهة نتائج هذه الممارسات الناتجة عن إغفال الدور البيئي في خطط التنمية الوطنية مثل التوعية الجماهيرية بالمشاكل البيئية وإدخال التربية البيئية في المناهج الدراسية .

أما بالنسبة لدول الخليج العربية فيتزايد الاهتمام بالتربية البيئية في الوقت الحاضر أكثر من أي وقت مضى وقد قام مكتب التربية العربي لدول الخليج بعقد ندوات لمراجعة محتوى المناهج الدراسية بهدف صياغة أهداف التربية البيئية لأهميتها القصوى ، ونظرا لما رافق التقدم التكنولوجي والعلمي من إلحاق الأذى بالمكونات البيئية وتأثيرها على الإنسان .

وكان نتيجة للجهود الكبيرة التى قام بها المكتب إعداد صيغة موحدة
لأهداف المواد الدراسية بمراحل التعليم العام فى دول الخليج ، فكان هناك نصيب
وافٍ للتربية البيئية من بين هذه الأهداف ، مما أقاد كثيراً فى زيادة الوعي البيئي بين
شعوب المنطقة ، وقد ظهر ذلك واضحاً فى السنوات الأخيرة .

تلوث الهواء

علمنا أن التلوث هو أن يوجد في البيئة عامل أو مادة بكميات أو صفات لمدة زمنية تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر ، وحدها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الإضرار بالصحة أو تؤثر سلبا على استمتاع الإنسان بحياته .

تلوث البيئة أصبح ظاهرة متشعبة بشكل واضح في كل مكان على سطح الكرة الأرضية ، لدرجة أن أصبحت البيئة غير قادرة على تجديد مواردها الطبيعية ، فأصبحت الأجواء ملوثة بدخان وغازات المصانع . كما أصبحت مياه الأنهار والبحار والبحيرات مكانا مفضلا لدى الإنسان لإلقاء مخلفاته فيها . وترسبت المعادن الثقيلة والمبيدات والعناصر السامة في الغذاء الذي تتناوله سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة .

في الماضي جاهد الإنسان واستخدم عقله وعلمه من أجل التعمير والبناء ، ولكنه الآن يكافح لتتحول ثمره جهاده إلى التدمير والفناء .. فهو يصنع القنابل والأسلحة النووية ، ويجري لاهثا وراء التكنولوجيا الحديثة دون أن يدري أنه

بذلك إنما يضر بنفسه وبيئته ، ويخل بالتوازن الطبيعي الذي أوجده الله في نظام دقيق كما يقول سبحانه وتعالى في كتابه الكريم ﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴾ .
﴿ سورة القمر آية ٤٩ ﴾

فالبيئة وحدة واحدة لا تتجزأ ، والملوثات تتحرك بحرية ، لا تعرف الحدود السياسية للدول حتى تقف عندها ، لأن الغلاف الهوائي حول الأرض وحدة واحدة ، كذلك بحار العالم وأنهاره مفتوحة كأنها بحر واحد .

فالمدينة الحديثة التي نعيشها هي السبب الرئيسي في الولايات والمشاكل التي نعاني منها .. وأولها التلوث .. فالإنسان الذي عاش آلاف السنين محاولاً حماية نفسه من الطبيعة وويلاتها يقضي الآن عمره وهو يحاول حماية الطبيعة من نفسه ، بعد أن خربها ... وأبسط مثال على ذلك هو الهواء اللازم لحياتنا والذي يلوثه الإنسان بأنشطته المختلفة ... فيلحق الأذى بنفسه وبكل ما يحيط به .

وتزداد نسبة التلوث الهوائي بزيادة التقدم التكنولوجي في العالم لأن التقدم التكنولوجي للدول يقاس بعده مظاهر ، منها كمية الطاقة المستهلكة وهذا بالطبع يتطلب استخدام كميات هائلة من الوقود الذي ينفث ببقاياه ونفاياته إلى الهواء على هيئة دخان وشوائب عند احتراقه .

فالغلاف الجوي يحيط بالكرة الأرضية ويظل حولها وملتصقاً بها بسبب الجاذبية الأرضية ، ولذلك يعتبر الغلاف الجوي سقفاً للأرض ، ولهذا فنحن نعيش

فى الأرض وليس على سطحها كما يقول البعض* لأن سقف الأرض الذى من فوقنا هو جزء لا يتجزأ من الأرض .

والغلاف الهوائى خليط من عدة غازات بتركيب دقيق أوجده الخالق سبحانه وتعالى حتى يتلاءم وحياة جميع الكائنات الحية .

ولا يستطيع الإنسان أو أي كائن حي آخر ، الاستغناء عن الهواء لفترة وجيزة ، بينما يستطيع الحياة دون ماء لعدة أيام ، أو دون غذاء ربما لأسابيع .

وترجع أهمية نقاء الهواء وخلوه من الملوثات إلى أن الإنسان لا خيار له فيما يتنفسه من هواء ، فغالباً لا يستطيع تمييز الهواء النقي من الهواء الملوث ، بعكس الماء والغذاء فإنه يختار ما يريد ، علاوة على أن الإنسان يحتاج إلى كمية كبيرة نسبياً من الهواء ، فهو يتنفس حوالي ٢٣٠٠٠ مرة في اليوم الواحد في الظروف الطبيعية (١٦ مرة في الدقيقة) .

* مكونات الهواء الجوى

يتكون الهواء الجوى (الهواء غير الملوث) في الظروف العادية من حوالي ٧٨,٠٩٪ نيتروجين ، ٢٠,٩٤٪ أكسجين (حجماً) بينما يساقى مكوناته تشمل العديد من الغازات مثل ثنائي أكسيد الكربون والأرجون والهيليوم والكريبتون والزينون ، علاوة على نسبة متغيرة من بخار الماء وكميات صغيرة جداً من غازات

* مقالة فلنك والكون - مجلة كبر العلم - دار الاعلام والنشر العلمي - القاهرة ١٩٩٣ د. محمد جمال الدين الفندي .

أخرى عضوية وغير عضوية مثل الميثان وثاني أكسيد الكبريت والهيدروجين وأكسيد النيتروز والأمونيا وأول أكسيد الكربون ، (جدول رقم ١) ، بالإضافة إلى جسيمات دقيقة صلبة وسائلة مختلفة المصادر ، كما يحتوي على بعض الإشعاعات الكونية .

ومن المعروف أن بعض مكونات الهواء تختلف نسبتها باختلاف الزمان والمكان . فبينما تزداد نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في المناطق الصناعية أو المزدحمة تقل هذه النسبة في الأماكن الزراعية أو المكشوفة ، على عكس نسبة الأكسجين . وبنما تزيد نسبة الأمونيا (NH_3) في أماكن تحلل الفضلات العضوية ، وتزيد نسبة أول أكسيد الكربون (CO) في الشوارع المزدحمة بالسيارات وقت الذروة ، نجدها تقل في أيام الأجازات .

المادة	النسبة المئوية بالحجم	المادة	النسبة المئوية بالحجم
النيتروجين	٧٨,٠٩	الزيتون	٠,٠٠٠٠٨
الأكسجين	٢٠,٩٤	أكسيد النيتروز	٠,٠٠٠٠٢٥
الأرجون	٠,٩٣	الهيدروجين	٠,٠٠٠٠٥
ثاني أكسيد الكربون	٠,٠٣١٨	الأوزون	٠,٠٠٠٠٢
النيون	٠,٠٠١٨	ثاني أكسيد الكبريت	٠,٠٠٠٠٠٠٢
الهيليوم	٠,٠٠٠٥٢	أول أكسيد الكربون	٠,٠٠٠٠١
الكريبتون	٠,٠٠٠١	الأمونيا	٠,٠٠٠٠١

جدول (١) * نسب الغازات المختلفة المكونة للهواء الجوي

* النسب بالجدول وفق تقديرات الجمعية الكيميائية الأمريكية ١٩٦٥ . ويدرس أن نسب بعض الغازات الملوثة للهواء قد زادت عن ذلك .

ومن المعروف أن التأثير بالملوثات لا يرتبط بتركيزات الملوثات فقط ، ولكن أيضا مدة التعرض لها ، ويرجع ضرر الهواء الملوث إلى أنه يدخل إلى الدم مباشرة عن طريق الجهاز التنفسي .

* الغلاف الجوي Atmosphere

﴿ والقمر إذا اتسق لتركبن طبقا عن طبق ﴾

﴿ سورة الانشقاق آية ١٨، ١٩ ﴾

يقدر العلماء ارتفاع الغلاف الجوي بأكثر من ١٠٠٠ كيلومتر ، ولكنه بالطبع يكون غلخلا بعد طبقة الستراتوسفير ويقل تدريجيا حتى الإنعدام عند نهاية الغلاف ، وهو يضغط على سطح الأرض (الضغط الجوي) بقدر يساوي كيلو جرام لكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض .

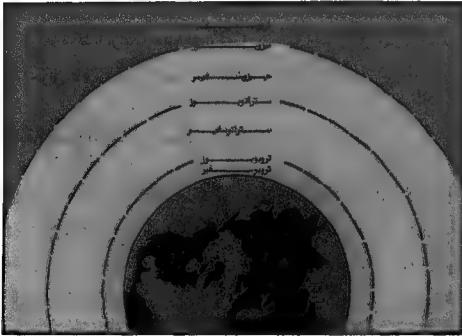
ويقدر العلماء الضغط الجوي على جسم الإنسان بما يساوي وزن سيارة صغيرة ، ولكن لا نشعر به لتساوي هذا الضغط مع الضغط داخل أجسامنا .

ويقول الضغط الجوي كلما ارتفعنا إلى أعلى ، ليصل إلى نصف قيمته على ارتفاع ٥٦٠٠ متراً من سطح الأرض ، وبذلك ينعدم الضغط الجوي تقريبا طبعا لهذه القاعدة على ارتفاع ٢٩ كيلو متر . ولهذا فنحن نشعر بالاختناق كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، وذلك بسبب نقص الضغط الجوي ونقص الأكسجين .

والقرآن الكريم يذكر ذلك في سورة الأنعام .

﴿ ومن يرد أن يضله يجعل صدره ضيقاً حرجاً كأنما يصعد في السماء ﴾
﴿ سورة الأنعام ١٢٥ ﴾

ولذلك يستخدم رواد الفضاء بدلاً مكيفة الضغط وأكسجين للتنفس .
ويتكبد الغلاف الجوي من عدة طبقات يختلف تصنيفها من مرجع لآخر ولكن ما
اتفق عليه ما يلي :



شكل (١) طبقات الغلاف الجوي

(١) طبقة التروپوسفير Troposphere

وتسمى أيضا الطبقة اللصيفة ، ويبلغ سمكها حوالي ١٠ كيلو متراً عند القطبين ١٢ كيلو متراً عند خط الاستواء .

وتتميز هذه الطبقة بعدة صفات منها :

- انها تحتوى على ٨٠٪ من كمية الغازات المكونة للغلاف الجوي .
- تضم أهم الغازات اللازمة للحياة مثل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء .. الخ .
- تحدث فيها معظم الظواهر الجوية مثل السحب والأمطار والرياح .. الخ .
- تقل درجة الحرارة فيها بمعدل ثابت كلما ارتفعنا إلى أعلى (درجة سيليزية واحدة كلما ارتفعنا ١٥٠ متر) لتصل درجة الحرارة في نهاية الطبقة إلى حوالي ٥٥°س تحت الصفر كما يتضح من الشكل (٢) .

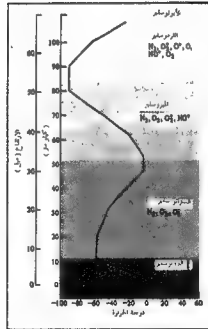
(٢) طبقة الستراتوسفير Stratosphere

يسمىها البعض بطبقة الأوزونوسفير Ozonosphere لأنها غنية بغاز الأوزون ويبلغ سمكها حوالي ٥٠ كيلو متراً . وفيها تظل درجة الحرارة ثابتة في العشرة كيلو مترات الأولى (-٥٥°س) ثم ترتفع درجة الحرارة تدريجياً لتصل في نهاية الطبقة إلى حوالي (١٠°س) ، وذلك لوجود غاز الأوزون الذي

يمتص الأشعة الحرارية ويعكس معظم الأشعة فوق البنفسجية ، وتتميز طبقة الستراتوسفير بخلوها من العواصف مما يجعلها منطقة ملائمة للطيران .

(٣) طبقة الميزوسفير Mesosphere

وهي الطبقة التي تقي الأرض من غاطر الشهب والنيازك حيث تحترق فيها هذه الشهب متحوّلة إلى رماد . ويلغ سمكها حوالي ٣٠ كيلو مترا ، وتقل درجة الحرارة فيها لتصل في نهايتها إلى ٩٠°س تحت الصفر ، كما تصل كثافة الهواء إلى أقل من جزء من ألف من كثافة الهواء عند سطح الأرض .



شكل (٢) اختلاف الحرارة والضغط بطبقات الغلاف الجوي

(٤) طبقة الترموسفير Thermosphere

يطلق عليها البعض طبقة الأيونوسفير Ionosphere وتمتد إلى ارتفاع حوالي ٤٥٠ كيلو مترا عن مستوى سطح البحر . ترتفع درجة الحرارة في هذه الطبقة لتصل إلى حوالي ٦٠٠°س ، ولذلك فهي تحتوي على بحر من الأيونات الموجبة والسالبة (تتأين جزيئاتها فتفقد الذرات إلكتروناتها الحرة) وهذا يفيدنا كثيرا لأن لهذه الخاصية دورا مهما في انعكاس الموجات اللاسلكية والتليفزيونية وردها إلى سطح الأرض مرة أخرى ، ولهذا فلها الفضل فى انتقال الإذاعات إلى جميع أرجاء العالم . وتتميز هذه الطبقة أيضا بوجود بعض الظواهر الجوية مثل الوهج القطبي أو الأورورا *Aurora وتسمى أيضا الشفق القطبي وتظهر غالبا في المناطق القريبة من القطب الشمالي وأحيانا فى القطب الجنوبي وهي تظهر نتيجة وجود تفريغ كهربائي خلال هذه الطبقة ذات الضغط المنخفض مما يجعل جزيئات الهواء متأينة ومهيأة لحدوث التفريغ على هيئة مناطق مضيئة تشبه الإضاءة التي تحدث فى لمبات الفلوروسنت إذ تظهر على صور متعددة منها حلقات مضيئة بيضاء وأحيانا برتقالية أو خضراء .

(٥) طبقة الأكسوسفير Exosphere

تبدأ من ارتفاع ٦٠٠ كيلو متر تقريبا عن مستوى سطح البحر وتمتد حتى

* أعمال الكون ، مكتبة الفلاح ، الكويت ١٩٧٧ - مهدي سعد شمان .

نهاية الغلاف الجوي . ونلاحظ في هذه الطبقة إرتفاع درجة الحرارة حيث تصل إلى أكثر من ١٠٠٠°س ، كما نلاحظ إنخفاض الكثافة الجوية حتى تتلاشى . ولا يظهر النهار في هذه الطبقة كما لا يسمع فيها الصوت ، فهي ظلام دائم وهادئة ولذلك فعند صعود رواد الفضاء ومرورهم بهذه الطبقة يشعرون بالرهبة لظهور الظلام التام ، فلا يرون ضوءاً ولا يسمعون صوتاً .

وللغلاف الجوي العديد من الفوائد منها * :

- إمداد الكائنات الحية بغاز الأكسجين اللازم لحياتها .
- إمداد النباتات بغاز ثاني أكسيد الكربون ، لصنع الغذاء لنفسه في عملية البناء الضوئي وبالتالي للإنسان والحيوان .
- حماية الكائنات الحية على سطح الأرض من التركيزات العالية للإشعاعات الواصلة من الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية .
- يعمل الغلاف الجوي على حماية الكائنات الحية من درجات الحرارة المرتفعة جداً نهاراً ، والمنخفضة جداً ليلاً ، للدرجة التي تتحملها الكائنات الحية .
- حمل وتوزيع بخار الماء على أجزاء الكرة الأرضية .
- للغلاف الجوي الدور الرئيسي في حرق الشهب والنيازك التي تدخل من الفضاء الخارجي باتجاه الأرض فتحترق بسبب احتكاكها بالهواء .

* ملونات الهواء الجوي - جمعية حماية البيئة الكويتية ١٩٨٩ - للوفان .

- حدوث الكثير من الظواهر المرتبطة بالغلاف الجوي مثل تكون السحب وحدث البرق والرعد وانتقال الصوت .. الخ .

- الغلاف الجوي شفاف يسمح بمرور الضوء من الشمس ، ولوجود الجسيمات الدقيقة يتشتت الضوء فتتمكن من رؤية الأشياء حولنا . فالغبار العالق في الهواء قد يوجد بصورة مرئية للعين (الغبار) أما الجسيمات الصلبة الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة ، فوجودها بالغلاف الجوي مهم لتوزيع الضوء على سطح الأرض ، كذلك تعمل كأنيوية يتكاثف عليها بخار الماء مكونة السحب التي تسقط أمطارا فيما بعد . وهذه الجسيمات تنشأ من مصادر طبيعية مثل الرماد المتكون نتيجة احتراق الشهب أو من ملح الطعام المنطلق من البحار والمحيطات أو الغبار الذي يخرج مع مقذوفات الراكب النائرة ، وحبوب لقاح النباتات الزهرية .

- لولا الغلاف الجوي لاتعدم ظهور الشفق قبل الشروق وبعد الغروب ، وكان تبدل الليل إلى نهار أو العكس سيحدث فجأة .

- كانت الأرض ستصبح معرضة للكثير من الإشعاعات الكونية المميتة ولاختفت الحياة من على سطحها .

وهناك الكثير من الغازات والشوائب التي تنطلق للهواء نتيجة عمليات الاحتراق سواء بالمصانع أو محطات القوى أو عوادم السيارات وغيرها . وأهم هذه الغازات هي غازات ثاني أكسيد الكربون ، وثاني أكسيد الكبريت ، أكاسيد

النيتروجين ، أول أكسيد الكربون . كما ينطلق أيضا الكثير من المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكاديوم والفاناديوم ... الخ .

" دورة العناصر الرئيسية للهواء في الطبيعة "

هناك العديد من دورات العناصر في الطبيعة ، ولكن أكثرها أهمية هي دورات عناصر الأكسجين والنيتروجين والكربون ، ولو لم يحدث خلل في هذه الدورات نتيجة نشاطات الإنسان اللاواعية لما كان هناك أي اختلال للآتزان البيئي .

فإذا ما تخيلنا الإنسان وقد عاد إلى رشده ، وحافظ على بيئته ، ولم يغير بنشاطاته النسب الطبيعية لمكونات الهواء الجوي التي أوجدها الله وفق هذه الدورات المنظمة والمقتنة ، لحفظ للهواء ثبات نسب مكوناته ، وللحياة وجودها .

(١) دورة الأكسجين في الطبيعة Oxygen Cycle

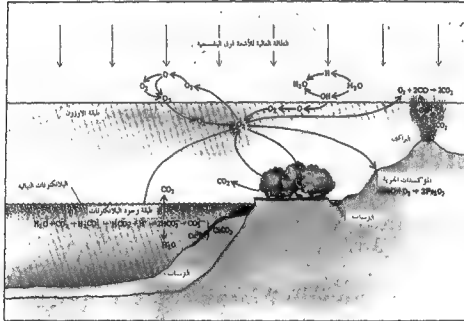
يعتبر الأكسجين أكثر العناصر انتشاراً في الطبيعة ، فالهواء الجوي يحتوي على ٢٠,٩٤ ٪ من حجمه أكسجيناً ، والماء يحتوي على ٨٨,٨ ٪ من وزنه أكسجيناً ، وتبلغ نسبة هذا الغاز عموماً في الطبيعة ٥٠ ٪ من مجموع نسب بقية العناصر . أي أن نسبته تعادل نسبة وجود جميع العناصر الأخرى .

ويتواجد الأكسجين في النباتات والحيوانات متحداً مع النيتروجين والهيدروجين والكربون ، ورغم أنه يستهلك في عمليات التنفس والاحتراق إلا أنه

ينطلق أثناء عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات ، والتي لولا هذه العملية لما كانت هناك حياة على سطح الأرض .

فالحياة لا تستمر بدون أكسجين ، والأحياء البرية تحصل عليه من الهواء الجوي ، ومعظم الأحياء المائية تحصل عليه من الهواء المذاب في الماء . ورغم استخدامات الأكسجين العديدة إلا أنه لا ينضب .

أنتنا نعلم أن عملية البناء الضوئي هي العملية الطبيعية التي توفر لكل الأحياء موردا متجددا من الغذاء تبنى منه أجسامها وتحصل منه على الطاقة اللازمة للقيام بنشاطاتها .



في هذه العملية يتفاعل الماء الذي يحصل عليه النبات من التربة ، مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو أو الذائب في الماء (بالنسبة للنباتات المائية) وفي وجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة صبغة الكلوروفيل الخضراء (البخضور) ، ويتكون من ذلك الغذاء ، ومع الغذاء ينتج الأكسجين الذي ينطلق إلى الهواء الجوي أو إلى الماء في حالة النباتات المائية .

أما في عملية التنفس - فيدخل الأكسجين بالطريقة المناسبة لأجسام الكائنات الحية (عن طريق الجهاز التنفسي في الإنسان والحيوان وعن طريق الثغور في النبات .. الخ) حيث يتأكسد الغذاء وتنطلق الطاقة التي تستخدمها هذه الكائنات في أنشطتها المختلفة ، كما ينتج أيضا الماء وثاني أكسيد الكربون .

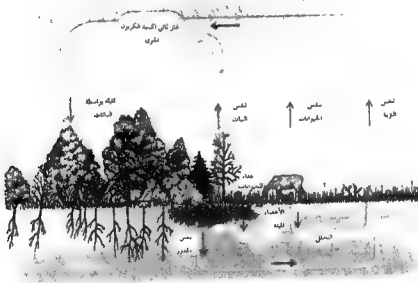
نرى من ذلك أن التنفس والبناء الضوئي عمليتان متضادتان تسهمان بشكل بارز في ثبات واتزان الهواء . ولولا هذا التضاد لنفذ كل من غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من الجو ، أى أن النباتات تسهم مساهمة فعالة في امتصاص جزء كبير من ثاني أكسيد الكربون المنطلق في الهواء ، ولولا هذه النباتات لحدث خلل في الاتزان البيئي .

ولذلك ينصح دائما بالمحافظة على القطاء النباتي للأرض حتى لا يقتال بالتقدم الصناعي .

(٢) دورة الكربون في الطبيعة Carbon Cycle

علمنا أن عملية البناء الضوئي هي الأساس في دورة الأكسجين ، وهي الأساس أيضا في دورة الكربون بالطبيعة حيث يتم بواسطتها تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون في أجسام النباتات سواء البرية منها أم المائية . وعلى العكس يتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء عملية التنفس التي تعتبر عكس عملية البناء الضوئي .

وهناك أيضا عمليات تحلل المواد العضوية والأجسام الميتة التي تعتبر مصدرا آخر لغاز ثاني أكسيد الكربون . والكربون الذي يدور في دورة من خلال عمليات البناء الضوئي والتنفس والتحلل لا يمثل سوى قدر ضئيل جدا من مجموع كمية الكربون الموجود في الأرض .



شكل (٤) دورة ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة

فهناك كميات هائلة من الكربون مخزنة في باطن الأرض على هيئة فحم وبنفط وغاز طبيعي (الوقود الأحفوري) ، كذلك فإن صخور القشرة الأرضية تحتوي الكبر من المركبات التي يدخل الكربون في تركيبها ، هذا عدا ما تحويه البحار والمحيطات من كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون تتبادل منه سنوياً مع الجو ما مقداره ١٠٠ بليون طن .

ودورة الكربون - ككل دورات العناصر في الغلاف الجوي - لا تنجو من تدخل الإنسان ، فعمليات الاحتراق التي تتم في المصانع الضخمة والآليات المختلفة تطلق إلى الغلاف الجوي كميات هائلة من الكربون وأكاسيده فأصبحت تؤثر في الاتزان الطبيعي لمكونات الهواء الغازية ، ويتضح ذلك من الأرقام التي تبين تغير نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي نتيجة للنشاطات البشرية وخاصة الصناعية منها والتي تضاعفت ٥٠ مرة خلال إلـ ٤٠ سنة الماضية فقط .

ففي سنة ١٨٦٠م كانت النسبة الحجمية لغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي حوالي ٢٩٠ جزء في المليون ، وقد زادت نسبته وتركيزه في الجو بمعدل ٢٠٪ نتيجة عصر التصنيع والتقدم التكنولوجي ليصل الآن إلى حوالي ٣٥٥ جزء في المليون ، ويتوقع أن تصل هذه النسبة في عام ٢٠٠٠م إلى أكثر من ٣٧٥ جزء في المليون ، وهي نسبة كبيرة لا يستهان بها ولا بتأثيراتها المختلفة ... وفي ذلك إخلال في اتزان مكونات الهواء سوف تكون لها أبعاد سلبية على طبيعة الظروف الملائمة للحياة في الغلاف الحيوي .

ولذا كان على الإنسان أن يخفف من ضجة للكربون وأكاسيده في الغلاف الهوائي . ولعل محطات توليد القوي هي إحدى أهم الطرق التي يمكن بها خفض هذه الانبعاثات . كذلك تحسين كفاءة الأجهزة التي تستخدم الكهرباء في عملها ، لأن ٦٤٪ من الكهرباء المنتجة في العالم يستخدم الوقود الأحفوري لإنتاجها . الطريقة الأخرى هي تطوير مصادر الطاقة بحيث تعتمد على مصادر الطاقة المتجددة التي تستمد من الشمس أو حرارة باطن الأرض لتحل محل الوقود الأحفوري . وقد أمكن تطوير الرياح كأحد مصادر الطاقة المتجددة ، فيحلول منتصف القرن القادم يمكن لطاقة الرياح أن تمدنا بما يزيد عن ١٠٪ من كهرباء العالم .

(٣) دورة النيتروجين في الطبيعة Nitrogen Cycle

النيتروجين عنصر رئيسي وأساسي في بناء المادة الحية بالخلايا ، فهو يدخل في تركيب البروتينات وهي المواد التي تبنى منها الأحياء خلاياها وتحدد التالف منها .

وعلى الرغم من وفرة النيتروجين كغاز في الجو (تبلغ نسبته حوالي ٧٨٪ من حجم الهواء الجوي) إلا أن غالبية الكائنات الحية لا يمكنها الاستفادة منه مباشرة .

وتتفاعل في التربة مع الأملاح الموجودة بها مكونة أملاحا نيتروجينية قابلة للذوبان في الماء ، فيمكن للنباتات أن تمتصها وتستفيد منها .

وهذان المساران يحدثان بشكل طبيعي ، وقد استطاع الإنسان أن يقوم بالاستفادة من النيروجين الجوي واستخدمه في تصنيع الأسمدة التي تعتبر ذات أهمية كبيرة لخصوبة الأراضي الزراعية .

وحتى تبقى نسبة النيروجين في الهواء ثابتة تقريبا فلا بد من مصادر لإنتاجه ، وعمليات تحليل المواد العضوية والأجسام الميتة بواسطة بعض أنواع البكتيريا تشكل المصدر الرئيسي للنيروجين المنطلق إلى الغلاف الجوي .

وعليه فإن دورة النيروجين في الغلاف الحيوي تبدأ من الهواء ثم إلى التربة أو الماء ثم إلى النبات ومنه إلى الحيوان والإنسان فالترربة ثم يعود إلى الهواء مرة أخرى ... وهكذا .

ملوثات الهواء الجوي

يعتبر تلوث الهواء من أخطر أنواع التلوث وذلك للأسباب التي ذكرناها ،
والتي من أهمها أن الإنسان لا يستغني عن الهواء إلا للقائق معدودات ، كذلك فإنه
يحتاج إلى كميات كبيرة منه . ويعاني الإنسان الكثير من الأمراض نتيجة الهواء
الملوث خاصة أولئك الذين يعيشون في المدن المزدحمة أو قريبا من المناطق الصناعية

ويحدث تلوث الهواء عندما تزيد أو تنقص نسبة مكون من مكونات
الغلاف الجوي زيادة ملحوظة أو نقصان عن حد معين ، وذلك لأن هذه الزيادة أو
النقص يؤدي إلى تأثيرات ضارة على الكائنات الحية عموما والإنسان بصفة خاصة
ويعتبر تلوث الهواء مستقولا أيضا عن تلف الكثير من المحاصيل والإنشاءات والمباني ،
وبعض للمصنوعات والأصباغ .

ومن أهم مصادر ملوثات الهواء الجوي :

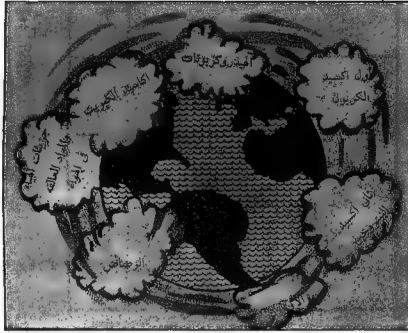
- (١) المصانع ومحطات القوى الكهربائية
- (٢) السيارات ووسائل النقل
- (٣) محارق النفايات ومقالب القمامة .

ومنذ القدم لم يسلم الهواء من التلوث بدخول مواد غريبة عليه كالغازات والأبخرة التي تتصاعد من مصادر طبيعية كالبراكين الثائرة أو الرياح المحملة بالغبار أو حرائق الغابات ، إلا أن الطبيعة قادرة على إعادة الاتزان إلى الهواء مرة أخرى لأنها تعمل على تنظيف نفسها ذاتيا ، ولكن مع عصر الصناعة والتطور التكنولوجي وانتشار الميكنة زادت الملوثات الغازية المنطلقة إلى الهواء الجوي ، وزادت كميات الغازات الملوثة المنبعثة من المصانع ، كما زادت كميات الوقود الذي يستخدم للتدفئة في المنازل والذي ينطلق منه ملايين الأطنان من المخلفات إلى الغلاف الجوي سنويا علاوة على احتراق النفايات والقمامة .

ملوثات الهواء الجوي كثيرة منها الغازات مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين ، وأكاسيد النيتروجين ، والأبخرة مثل الهيدروكربونات كذلك الملوثات الصلبة التي تعلق في الغلاف الجوي مثل الغبار وحجوب اللقاح وأتربة الأسمنت وبعض المبيدات الحشرية وتلك الجسيمات التي تنبعث مع عوادم السيارات . هناك أيضا الملوثات الإشعاعية والتي سنتناولها في فصل قادم

وتنحصر أهم ملوثات الهواء الجوي في :

- (١) أكاسيد الكربون (أول وثاني أكسيد الكربون) .
- (٢) أكاسيد النيتروجين .
- (٣) أكاسيد الكبريت .
- (٤) الهيدروكربونات .
- (٥) الأوزون .
- (٦) الجسيمات العالقة .



شكل (٦) أهم ملوثات الهواء الجوي

* ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide

ثاني أكسيد الكربون غاز شفاف عديم اللون والرائحة ، يذوب بوفرة في الماء وهو أثقل من الهواء لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال - لذلك يستخدم في إطفاء الحرائق - وهو غاز خائف إذا وصلت نسبته في الهواء الجوي إلى ١٦ ٪ ، ولكنه في الظروف الطبيعية لا يعتبر من ملوثات الهواء الجوي ، فهو يمثل حوالي

٠,٠٣ ٪ من حجم الهواء الجوي في الظروف الطبيعية . من المعروف أن وجود هذا الغاز في غاية الأهمية للحياة حيث يتم تمثيله إلى مواد عضوية تختزن في النباتات والتي تعتمد عليها الحيوانات كمصدر للغذاء .

وقد كانت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي حوالي ٢٦٠ جزء في المليون في نهاية القرن الثامن عشر ثم ارتفعت هذه النسبة إلى ٢٩٠ جزء في المليون في الثلاثينات من هذا القرن ثم بلغت ٣١٥ جزء في المليون في عام ١٩٥٨م (وجد أن نسبة الغاز لم تزد كثيرا في المئة من ١٩١٤ - ١٩٤٥ وهي فترة الكساد الاقتصادي في الدول الصناعية* ثم زادت إلى ٣٤٥ جزء في المليون عام ١٩٨٤ إلا أن النسبة تصل الآن إلى ٣٥٥ جزء في المليون) . وتوجد زيادة سنوية في تركيز هذا الغاز في الغلاف الجوي تقدر بـ ٠,٧ جزء في المليون . ولا تظل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون ثابتة طوال فصول العام ، بل تتغير من فصل لآخر ، فتزداد نسبته في فصل الشتاء عندما يقل معدل عملية البناء الضوئي لأقل قيمة ، وتقل نسبة الغاز إلى حد ما في فصل الربيع حيث تنشط عمليات نمو النباتات فيستهلك ثاني أكسيد الكربون وبالتالي تزيد كمية غاز الأكسجين المنطلقة إلى الجو . كذلك نجد أن نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون تقل في الهواء في النصف الثاني من النهار حيث تكون عملية البناء الضوئي في قمته .

* D.D.Jones et al., Nature, 322,430 1986

والجدول التالي يبين مصادر أهم الملوثات التي تنطلق للغلاف الجوي .

الملوث	وسائل النقل	وسائل ثابتة للاحراق	عمليات صناعية	متنوعات
أول أكسيد الكربون	الركبات التي تسير محركاتها بالبترول	الغلايات التجارية	عمليات الاحراق في الكامنة	مواقد الفحم - حرائق النازل حرائق غابات
لوراء المعلقة في الهواء	الطائرات - تاكلى الطائرات للسيارات - احراق البستين - سيارات الدبزل - السان التجارية	محطات القوى - الغلايات البخارية	الصناعات البتوية - تطعم الصخور عاجر الزمن والمخمس - التصليق - صناعة الزجاج	حرائق المنازل - الغابات - حرائق للزروعات - ذرات الرمال
الهيدروكربونات	المركبات التي تسير بالبترول كوقود - محطات توليد البترول	احراق الوقود الحفري - محطات القوى - للمراحل البخارية	مصافي النفط - صناعة الكيماويات محطات التثمين	انتاج الغاز والزيوت - التطهير الجاف
أكاسيد النيتروجين	السيارات التي تسير تستخدم البستين والدبزل كوقود	محطات القوى التي تستخدم الوقود الحفري - الغلايات البخارية	صناعة وتكرير البتروكيماويات وصناعة حمض النتريك	حرائق الغابات - حرائق الخشب والأعشاب
أكاسيد الكبريت	لوراء المعلقة للبستين ودبزل السيارات	محطات القوى والغلايات البخارية	مصافي النفط - صهر المعادن - مواقد الفحم - مصانع حمض الكبريتيك - مصانع لب الورق	احراق الفحم في محارق الغابات
الرصاص	الوقود المحتوى على الرصاص	احراق بقايا زيوت التثمين المحتوية على الرصاص	صهر المعادن - صناعة الذخائر للبستين - تشكيل الرصاص - صناعة الزجاج الرصاص	تاكل الدهانات

مما سبق نستنتج أنه كلما زادت النباتات تزيد عملية البناء الضوئي وبالتالي تقل نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو ومن هنا تأتي أهمية تشجيع الزراعة والتشجير .

وتزداد كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي مع زيادة استخدام الوقود الأحفوري (الخشب - الفحم - البترول والغاز الطبيعي) وهذه الزيادة خطيرة جداً على الحياة في الأرض نظراً لما تسببه من ظهور مشاكل بيئية مثل تأثير ظاهرة الدفيئة (البيوت الزجاجية) **Green House Effect** والذي سوف نتناولها بعد ذلك بشيء من التفصيل ، وقد وجد أن الهواء يتخلص من كمية كبيرة من هذا الغاز عن طريق ذوبانه في مياه البحار والمحيطات . وزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ترجع إلى :

(١) التوسع في عمليات احتراق الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة في المصانع والسيارات والآلات .

(٢) إزالة أشجار الغابات بطريقة لا واعية بهدف إستغلال أخشابها أو استخدام أراضيها في الزراعة التقليدية .

(٣) إنتشار ظاهرة التصحر التي تؤدي إلى انحسار الرقعة الخضراء شيئاً فشيئاً ، والتي تتولى نباتاتها امتصاص قدر كبير من غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو خلال عملية البناء الضوئي . وهي العملية التي يتم عن طريقها تكوين الغذاء من جهة ، وتنقية الهواء من الكميات الزائدة من غاز ثاني أكسيد الكربون من جهة أخرى .



شكل (٧) انطلاق الملوثات من مدائن المصانع

ويقدر ما تستهلكه النباتات سنويا من هذا الغاز بحوالي ٢٠٠ ألف مليون طن ، في حين تطلق حوالي ٤٠٠ ألف مليون طن من الأكسجين . وقد ثبت أن الطحالب البحرية والغابات تنج ٩٠ ٪ من هذه الكمية المنطلقة من غاز الأكسجين .

يتدخل الإنسان في الإخلال بالاتزان البيئي بشكل واسع حيث توضح الإحصائيات أنه يضيف كل عام في المتوسط نحو ٢٠ مليار طن من غاز ثاني

أكسيد الكربون . ولنأخذ مثلاً الدراسة التي قامت بها الأكاديمية الأمريكية للعلوم* ، فقد حددت الدراسة أن أكبر الدول الممتلئة عن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي هي الولايات المتحدة الأمريكية التي تسبب في إضافة ٤٨٠٤ مليون طن سنوياً ودول الاتحاد السوفيتي السابق ٣٩٨٢ مليون طن والصين ٢٢٣٦ مليون طن ، واليابان ٩٨٩ مليون طن وألمانيا الغربية ٦٢٠ مليون طن والهند ٦٠١ مليون طن .

ويعتقد العلماء أنه إذا استمر حرق الوقود وإزالة الغابات بالمعدل الموجود حالياً فإن نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ستضاعف تقريباً بحلول عام ٢٠٥٠م والتي سوف تؤدي بالتالي إلى رفع درجة حرارة جو الأرض ما بين ١,٥ - ٤°س (يرى بعض العلماء أن هناك غازات أخرى مسؤولة عن ظاهرة الدفئة بالإضافة إلى زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون) .

* أول أكسيد الكربون Carbon monoxide

غاز عديم اللون والرائحة ويتج عن الأكسدة غير الكاملة للكربون وخاصة بوقود السيارات . ويكاد أن يكون هذا الغاز هو الملوث الوحيد الذي ينفرد الإنسان بصنعه ، فلم يثبت حتى الآن أنه ينطلق من أي مصدر طبيعي ، فالمصدر الرئيسي له هو عادم السيارات ، كما أنه ينطلق مع دخان السجائر عند تدخينها ،

* مجلة السياسة الدولية ، قضايا البيئة والنظام العالمي الجديد - القاهرة ١٩٩٢م د. عصام الدين حلال .

ولذلك فإن نسبته تزيد في دم المدخنين السلبيين (الذين لا يدخنون ولكن يتواجدون في جو من دخان السجائر) . ويتنج غاز أول أكسيد الكربون أيضا من مواقد الفحم ، ولذا يجب إستخدام هذه للمواقد في جو مجلد الهواء باستمرار حتى لا يتسبب هذا الغاز في تسمم ووفاة للموجودين بالمكان .

ورغم نسبة الغاز القليلة جداً في الغلاف الهوائي إلى أنه غاز شديد السمية ، وترجع سميته إلى أنه يتحد مع هيموجلوبين الدم مكوناً مركب كربوكسي هيموجلوبين الذي يمنع الأكسجين من الوصول إلى الدم رغم وجوده ، وبالتالي لا يصل إلى خلايا الجسم . وغاز أول أكسيد الكربون يتجذب للهيموجلوبين بدرجة أكبر من إنجذاب غاز الأكسجين بأكثر من ٢٥٠ مرة ، كما يتدخل أيضا في عمل بعض الإنزيمات فيقلل من كفاءتها .

ويعتبر تركيز ١٠٠ جزء في المليون أعلى حد محتمل للإنسان ، وبعدها تبدأ أعراض التسمم في الظهور كالصداع والغثيان والدوار . أما إستنشاق هواء يحتوي على ١٠٠٠ جزء في المليون من الغاز (أول أكسيد الكربون) فيؤدي إلى الوفاة حيث ترجع خطورة هذا الغاز لعدم الإحساس به لأنه عديم الرائحة واللون .

وقد ثبت علمياً أن فعالية أول أكسيد الكربون كمادة سامة ملوثة للبيئة تزداد مع ارتباطه مع غازات أخرى مثل كبريتيد الهيدروجين وثنائي أكسيد النيتروجين . وتشهد خطورة غاز أول أكسيد الكربون في الأماكن الضيقة والقليلة

التهوية والمنافذ كالأنفاس والمناجم وأماكن إصلاح السيارات ، وتعد عوادم السيارات أكبر مصدر لهذا الغاز حيث تصل نسبته في الشوارع المكثفة بالمركبات وقت الذروة في مدينة كالقاهرة مثلاً إلى ٤٠٠ جزء في المليون . وقد وجد أنه ينطلق سنوياً حوالي ١٥٠٠ كيلو جراماً من هذا الغاز مع عادم سيارة متوسطة الحجم وهو رقم كبير جداً إذا روعي العدد الهائل من السيارات في أي مدينة وخاصة إذا كانت مزدحمة ، لذلك فإن أكثر الناس تعرضاً للغاز هم رجال المرور وراكبو السيارات في هذه الأوقات حيث يشعرون عادة بالصداع والغثيان وزوغان البصر وارتخاء في العضلات .

ويمكن للغاز أول أكسيد الكربون أن يتكون نتيجة التفاعلات الكيمووضوئية للهيدروكربونات في الأجواء الملوثة ، ومن نعم الله علينا أن تتم أكسدته إلى غاز ثاني أكسيد الكربون بفعل بعض العوامل الطبيعية مثل أنواع معينة من البكتيريا التي تعيش في التربة ، وكذلك يتم تأكسد الغاز بواسطة أشعة الشمس بمعدل ١٪ في الساعة ولولا ذلك لزادت نسبته إلى حد الخطورة .

ولغاز أول أكسيد الكربون آثار تراكمية في الدم حيث إن ما يتحد منه مع الهيموجلوبين يظل بصفة دائمة (التسمم المزمن) ونلاحظ ذلك في الأشخاص المدخنين وخاصة المفرطين منهم فيسبب لهم الضعف العام والصداع . وأول أكسيد الكربون يرسب النيكوتين بالشرابين فيترسب عليها الكوليسترول مسبباً ضيق وإنسداد هذه الشرايين ، واضطرابات في القلب خاصة لكبار السن .

ويبين جدول (٣) تأثير أول أكسيد الكربون على الصحة العامة .

الآثار	تركيز أول أكسيد الكربون (جزء في المليون)
ضغوط فسيولوجية على المرضى بأمراض القلب .	أكثر من ١٠٠ جزء في المليون لمدة ١٠ دقائق
خلل في الأداء عند اجراء الاختبارات النفس حركية	١٠٠ جزء في المليون لفترات متقطعة
خلل في الأداء وفي التمييز لسدى غير المدخنين .	٥٠ جزء في المليون لمدة ٩٠ دقيقة
ارتفاع مستوى الكربون في هيموجلوبين الدم - وتدنسي كفاءة الدم في نقل الأكسجين .	٣٠ جزء في المليون لفترة تصل إلى ١٢ ساعة

جدول (٣) تأثير غاز أول أكسيد الكربون على صحة الإنسان

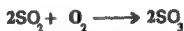
ويلاحظ أن تأثير غاز أول أكسيد الكربون على الإنسان يتوقف على فترة التعرض للغاز ، وتركيزه . ففي الحالة الطبيعية تحمل الخلايا الأكسجين أو غاز ثاني أكسيد الكربون أما في وجود غاز أول أكسيد الكربون فإن هذه الخلايا تحمله بدلا من الأكسجين فتقلل من كفاءة الخلايا في تزويد الجسم بالأكسجين لذلك تسبب التسمم بأول أكسيد الكربون الأنيميا (فقر الدم) كما يتأثر المواليد الجدد والأجنة بغاز أول أكسيد الكربون ، ففي المدن التي ترتفع فيها نسبة هذا الغاز تخرج المواليد

بمعدلات أوزان متدنية كما ترتفع فيها نسبة الوفيات ، ولذلك تنصح المرأة الحامل بعدم التدخين أو التعرض لدخان السجائر لتأثيره الضار عليها وعلى الجنين .

* ثاني أكسيد الكبريت Sulphar Dioxide

يوجد الكبريت كمادة ملوثة للهواء الجوي على هيئة عدة مركبات منها غازي ثاني أكسيد الكبريت ، كبريتيد الهيدروجين ، وحمض الكبريتيك ، وأملاح الكبريتات ، ولكن أشدها تأثيرا هو غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي ينتج من حرق الوقود الأحفوري الذي يحتوي بعضه على الكبريت بنسب مختلفة ، ولذا فهو يمثل أحد مكونات عادم السيارات ، وأدخنة محطات توليد القوى ، وهو غاز عديم اللون وذو رائحة نفاذه يذوب بوفرة في الماء .

ويرى العلماء أن ٨٠٪ من هذا الغاز هو أصلا نتيجة تأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين متحولا إلى ثاني أكسيد الكبريت . ويتنشر الغاز في الجو المحيط بمعامل تكرير النفط ، كما يتفاعل مع أكسجين الهواء وبخار الماء الموجود بهواء الجوي ليعطي حمض الكبريتيك .



ولذلك فالغاز يعتبر أحد العناصر الرئيسية التي تسبب الضباب الحمضي والمطر الحمضي وسوف نتحدث عنهما لاحقاً . ولخطورة هذا الغاز على حياة الكائنات الحية وآثاره الضارة على مختلف مكونات البيئة فقد أصدرت الكثير من الدول تشريعات تحدد فيها نسبة الكبريت المسموح بها في مختلف أنواع الوقود ، وذلك لتخفيض نسبة هذا الغاز الذي يتصاعد إلى الغلاف الهوائي .

ومن مصادر هذا الغاز البراكين (مثال ذلك بركان إتنا Etna بإيطاليا الذي يطلق على القارة الأوربية ما يعادل ٢ مليون طن من حمض الكبريتيك سنوياً) والطائرات الأسرع من الصوت حيث ينطلق الغاز مسبباً تدمير طبقة الأوزون .

ثاني أكسيد الكبريت يهيج الأغشية المخاطية المبطنة للفم والجهاز التنفسي ويسبب السعال والربو (الحساسية) ويؤدي إلى حدوث أمراض كثيرة للرئتين ، وتمثل أعراض التسمم بهذا الغاز في انتفاخ الرئة وبطء عمل الأهداف المبطنة للقصبات الهوائية وضيق التنفس والزكام للزمن وتهيج الجلد والعيون ، وهي أمراض لها صفة الديمومة ومن الصعب علاجها .

وتبدأ أعراض التسمم بغاز ثاني أكسيد الكبريت بالظهور عندما يكون تركيزه من ١-٥ جزء في المليون ويزداد الأثر الضار للغاز عندما يخلط مع الأيروسولات ، ويعتقد العلماء بأن سبب الكوارث الكبرى التي حدثت في الكثير من مدن العالم يرجع لهذا الخلط بين الغاز والأيروسولات .

وثاني أكسيد الكبريت له أيضا آثار ضاره على النبات والحيوان ، ويسبب تآكل الأحجار والآثار والمعادن والطلاء ويتلف بعض المنسوجات المصنوعة من الخيوط الصناعية كالنايلون . وبالنسبة لتأثيره الضار على الأشجار والنباتات فيكون الغاز أكثر خطورة إذا وصل تركيزه إلى ٠,٠٢ جزء في المليون حيث يتأكسد الغاز بعد دخوله الأوراق من خلال الثغور متحولا إلى كبريتات ، وقد إنقرضت الكثير من النباتات نتيجة تأثيرها المستمر بغاز ثاني أكسيد الكبريت .

وتشير الإحصائيات إلى أن نسبة هذا الغاز تزداد باستمرار مع زيادة المصانع والسيارات ومحطات توليد الطاقة . وقد زادت نسبته مرتين في الولايات المتحدة الأمريكية في العقد الماضيين .

وبين الجدول (٤) تأثير التركيزات المختلفة لغاز ثاني أكسيد الكبريت على صحة الإنسان .

الفاثر	تركيز ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليون)
زيادة نسبة الوفايات	٠,٥٢ مع جسيمات دقيقة (تركيز متوسط خلال ٢٤ ساعة)
زيادة المرض بين كبار السن	٠,٢٥ مع جسيمات دقيقة (٣-٤ يوم لمدة ٧٤ ساعة)
زيادة نسبة الوفايات	٠,١٩ مع مستوى أقل من الجسيمات الصلبة الدقيقة (٢٤ ساعة)
زيادة الرعاية الصحية	٠,١١-٠,١٩ مع مستوى أقل من الجسيمات الصلبة الدقيقة (باستمرار التعرض على مدى عدة أيام)
زيادة في الأمراض التنفسية وأمراض الرئة .	٠,٠٣٧-٠,٠٩٢ مع دخان (تعرض مستمر)

جدول (٤) تأثير التركيزات المختلفة لغاز ثاني أكسيد الكبريت على صحة الإنسان

ومن الغازات الكبريتية التي تنطلق إلى الغلاف الجوي أيضا غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يتميز برائحة تشبه رائحة البيض الفاسد ، وهو ينتج عند احتراق الوقود الأحفوري ومن تحلل النفايات ، كما ينطلق نتيجة العديد من الصناعات

كصناعة المطاط والنفط والورق . ويؤثر كبريتيد الهيدروجين على الجهاز العصبي المركزي كما يؤثر أيضا على الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسي حيث يمكن شم الغاز عند التركيزات المنخفضة ولكن عندما يصبح تركيزه بالهواء الجوي مرتفع فإن ذلك يعمل على تخدر حاسة الشم ، وقد يؤدي إلى الوفاة كما حدث بالمكسيك عام ١٩٥٠م حيث تسرب الغاز من أحد المحطات مما أدى إلى دخول ٣٢١ شخصا المستشفى ، توفي منهم ٢٢ شخصا ، كما عانى معظم سكان المنطقة من تهيج في الجهاز التنفسي .

ويتحول الغاز في الهواء إلى مركب يسبب حلوث مرض السرطان ، كما يسبب إضطرابات في نمو الإنسان والحيوان .

ومركبات الكبريت عموما لها تأثيرات ضاره على مواد البناء حيث إنها تزيد من حلوث الصدأ في المنشآت المعدنية المقامة .

*** أكاسيد النيتروجين Nitrogen Oxides**

تتكون عدة أكاسيد للنيتروجين عند إنحاده مع الأكسجين مثل (أكسيد النيتروز - أكسيد النيتريك - ثاني أكسيد النيتروجين) وهذه الأكاسيد تعتبر من الملوثات الخطيرة للهواء الجوي .

تنتج أكاسيد النيتروجين من آلات الاحتراق بمحطات توليد القوى الكهربائية والطائرات والمواقد وكذلك عند حرق النفايات وحوادث حرائق

الغابات . إلا أن أغلب هذه الأكاسيد ينطلق مع عوادم السيارات وخاصة غاز ثاني أكسيد النيتروجين الذى يتفاعل مع بخار الماء الموجود بالجو مكونا حمض النيتريك ، ووجود هذا الحمض يعمل على تآكل الأسطح المعدنية والمباني ويغير لون الأصباغ والدهانات ، أي له تأثير ضار على المنشآت ، كما يشترك فى تكوين الضباب الحمضي والمطر الحمضي .

وغاز ثاني أكسيد النيتروجين يعمل على تقليل مدى الرؤية كما أن له تأثيرات ضارة على النباتات والكائنات الحية عموما ، فهو يؤدي إلى الاصابة بالالتهابات الرئوية والتهاب العيون والتقليل من مقاومة الجهاز التنفسي ويزيد من أمراض الحساسية . وعندما يزيد تركيزه في حيز مغلق يؤدي إلى الوفاة .

ولسوء الحظ فإن الآثار الضارة لهذا الغاز لا تظهر مباشرة بل تظهر بعد فوات الأوان . وأعلى حد يمكن تحمله هو ١٠٠ جزء فى المليون لمدة لا تزيد عن ساعة واحدة وإلا حدثت الوفاة . وبالنسبة للنباتات أيضا فإن الغاز يتسبب فى وقف نموها تماما عند تعرضها له لمدة طويلة نسبيا .

وتنطلق أكاسيد النيتروجين إلى الغلاف الجوي من مصادر طبيعية مثل البراكين الثائرة ونشاط البكتيريا في التربة ، وعند حدوث البرق . وهذه الأكاسيد ليست لها صفة التراكمية في الغلاف الجوي لأنها تتفاعل مع ملوثات الهواء الأخرى بواسطة بعض التفاعلات الكيموضوئية والتي تسبب في تكوين الضباب الدخاني (الضبخان Smog) .

الآثار	تركيز ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليون)
تأثير قاتل	١٥٠ جزء في المليون (لمدة ٥ - ٨ دقائق)
قد يحدث التهاب رئوي لكنه قابل للشفاء	١٠٠-١٥٠ جزء في المليون (لمدة أقل من ساعة)
قد يحدث التهاب حاد	١٠-٤٠ جزء في المليون (تعرض متقطع)
تظهر أعراض زيادة في التهاب الشعب الهوائية	١٠, ١٠٠, ١٠٠٠ جزء في المليون (تعرض مزمن)
أمراض تصيب القلب والرئتين بين عامة الناس وخاصة كلما زادت تركيزات الغاز في الجو المحيط بهم .	أقل من ٠,٠٥ جزء في المليون (لفترات طويلة)

جدول (٥) التأثيرات المختلفة لغاز ثاني أكسيد النيتروجين على صحة الإنسان

ولم تكن أكاسيد النيتروجين من ملوثات الهواء الجوي حتى عهد قريب ، ولكن بعد زيادة أعداد السيارات والمصانع ومحطات توليد القوى الكهربائية زادت نسبة هذه الأكاسيد في الهواء الجوي مسببة العديد من المشكلات ، ويعتبر غاز ثاني أكسيد النيتروجين أكثر سمية من غاز أول أكسيد الكربون ويكسب الهواء الملوث به لونا داكنا يعيل إلى الإحمرار كما أن له دور كبير في تحطيم طبقة الأوزون سوف نتعرض للحديث عنه في موضوع الأوزون .

وتبين الإحصائيات أن أكاسيد النيتروجين المنطلقة مع عوادم السيارات بلغت عام ١٩٦٨م فقط حوالي ١٧ مليون طناً * .

* الهيدروكربونات HydroCarbons

هي مركبات عضوية تتكون من اتحاد الكربون بالهيدروجين ، ومن أبسط هذه المركبات غاز الميثان (CH_4) وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة ، إلا أنه أثقل من الهواء ، لذلك يميل إلى أن يتركز في الأماكن المنخفضة ، ولأنه يمتص الأشعة تحت الحمراء ، لذلك يمتص الحرارة ، ويعرف هذا الغاز بغاز المستنقعات أو البرك لأنه يتولد من تخمر المواد النباتية في قاعها ، كما يتصاعد مع غازات أخرى من باطن الأرض في كثير من المناطق القريبة من آبار البترول .

وهناك أيضاً غاز الإيثيلين (C_2H_4) وهو شديد السمية بالنسبة للنباتات فيسبب تساقط الأوراق إذا زادت نسبته في الهواء عن حد معين . وتنطلق الهيدروكربونات من المصانع ومحطات القوى كنتيجة لاحتراق الوقود الأحفوري ، كما تنطلق مع عوادم السيارات كمية منها تبلغ نصف نسبة الهيدروكربونات الموجودة في الغلاف الجوي .

والهيدروكربونات كما ذكرنا تنبعث من مصادر طبيعية مثل الغابات والمستنقعات ، وكأحد نواتج التحلل والتعفن للمواد العضوية .

* نحو بيئة أفضل - مفاهيم - قضايا - استراتيجيات . دار الثقافة - الدوحة قطر ، تأليف د.سميد الحفاري .

وهذه المركبات تقوم بدور رئيسي وفعال في التفاعلات مع أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين بواسطة التفاعلات الكيموضوئية لتكوين الأوزون في طبقة التروبوسفير كما أسلفنا ، كذلك فى تكوين الضباب الدخاني المسبب للكوارث البيئية التي تؤدي إلى الإصابة بأمراض تنتهي غالبا بالوفاة .

وكانت هذه الظاهرة هي البداية لإنذار العالم بأخطار النفايات التي تطلق إلى الغلاف الهوائي ، وتعد حادثة وادي الميز الصناعي في بلجيكا عام ١٩٣٠م أول حادثه من هذا النوع حيث غطت بلجيكا طبقة رقيقة من الضباب لكنها كانت كثيفة بجوار مصانع الصلب ومحطات توليد القوى ، مما أدى إلى حدوث ٦٣ حالة وفاة .

كما كانت أيضا حادثة دونورا بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية في أكتوبر عام ١٩٤٨م حيث خيم ضباب كثيف على المدينة وانتشر ضباب أسود اللون في الشوارع ، وظلت هذه الحالة لمدة أربعة أيام ، ثم انقشع الضباب الأسود ، وأدى ذلك إلى إصابة سكان المدينة بالتهابات في العيون والحلق وضيق التنفس وسعال ، وقد توفي في هذه الحادثة ١٧ شخصا .

أما أخطر حالات الضباب الدخاني فقد حدثت في ديسمبر عام ١٩٥٢م بمدينة لندن حيث تكون ضباب كثيف حجب السماء ، وقلل من مدى الرؤية ، وارتفعت الرطوبة النسبية إلى ١٠٠٪ كما انخفضت درجة الحرارة إلى ١٥°س تحت

الصففر ، وسكن الهواء وظلت هذه الحالة لمدة أربعة أيام أيضا ، توقفت فيها حركة السيارات والطائرات تماما ، وأصيب الآلاف بالتهابات في الحلق والعيون .

وأُسفرت المأساة عن وفاة أربعة آلاف شخص ، كما توفي ٨ آلاف شخص في الشهرين التاليين للحادث نتيجة للضباب الدخاني . وكان أغلب الضحايا من كبار السن والأطفال ومرضى القلب والجهاز التنفسي .

مما سبق يتبين لنا أن السبب الرئيسي لتكون الضباب يعود إلى أن نواتج الاحتراق وعوادم السيارات من الهيدروكربونات - التي عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية - تدخل في تفاعل كيميائي لا تعرف طبيعته حتى الآن بالضبط ، ويتكون نتيجة له الضباب الدخاني الذي يظل معلقا في الهواء .

وتزداد خطورة هذا الضباب الدخاني عند اختلاطه ببعض الغازات الأخرى مثل ثاني أكسيد الكبريت ، وكبريتيد الهيدروجين وبعض أكاسيد النيتروجين كما سبق أن ذكرنا . كذلك تتفاعل الهيدروكربونات الموجودة بالهواء الجوي مع الأوكسجين مكونة مركبات يتسبب عنها التهاب العيون والأنف وصعوبة التنفس كما تؤدي إلى تقليل مدى الرؤية .

ومن أكثر الهيدروكربونات ضررا مركب البنزوبيرين **Benzopyrene** الذي يعتبر من أخطر الملوثات المسببة للسرطان . ويتكون عند احتراق الوقود ، وأثناء استخدام القار في رصف الشوارع أو من الدخان المتصاعد من السجائر عند تدخينها ، وكذلك عند احتراق الفحم في عمليات شواء اللحم .

وقد وجد أن الهيدروكربونات تسبب العقم عند الطيور حيث تزاكم في انسحة أعضائها وتؤثر على الإخصاب . كما تصل الهيدروكربونات الملوثة للهواء الجوي إلى المسطحات المائية مع الأمطار وتزاكم في أجسام الأسماك لتنتقل إلى الإنسان وبقيّة الكائنات التي تتغذى على هذه الأسماك .

* الأوزون Ozone

سوف نتحدث بإسهاب عن مشكلة الأوزون لاحقاً .. ولكن ما يهمنا هنا هو الأوزون كملوث من ملوثات الغلاف الجوي . ففي وجود الأشعة فوق البنفسجية تتحلل بعض المواد التي تنطلق بفعل النشاطات البشرية إلى الهواء الجوي مسببة تلوثه ، مثل ثاني أكسيد النيتروجين الذي يتفاعل مع الأكسجين مكوناً الأوزون التروبوسفيري . ولما كانت أكاسيد النيتروجين تنبعث إلى الجو بكميات هائلة ، فإن كمية الأوزون التروبوسفيري آخذة في الزيادة ، وتكمن خطورته في أنه يكون ملامساً مباشرة للكائنات الحية وهو كما نعلم مادة سامة للكائنات الحية النباتية والحيوانية معا .

ويتسبب الأوزون في تشوه أوراق النباتات وإصفرارها حيث يكون مع الهواء مركبات عضوية معقدة كالألكهيدات ونترات بيروكسي الأستيل (P.A.N) التي تعتبر مادة سامة للنبات تقلل فاعلية بعض الأنزيمات الموجودة بهذه النباتات وهذه المادة السامة تعمل كذلك على تدمير البلاكتونات التي تعتبر الأساس في بقاء الأحياء المائية وبالتالي بقيّة الأحياء .



شكل (٨) تكون الأوزون الرويوسفيري بواسطة التفاعلات الكيميائية

أما تأثير الأوزون على الإنسان فلا يقل خطورة عن تأثيراته على النباتات ، فهو يقلل من كفاءة عملية التنفس ويسبب السعال والتهابات العيون والتعرض لتركيزات قليلة منه تسبب أضراراً في الأغشية المخاطية وبالتالي ضعف القدرة على

مقاومة الالتهابات ، فتزداد قابلية الإنسان للإصابة بالأمراض كما يسبب أيضا ضعف المناعة عند الإنسان .

بالإضافة إلى الأضرار التي يسببها الأوزون القويوسفري للكائنات الحية عموما ، فإنه يتسبب فى تحويل المواد القربنية المنطلقة من النباتات في الغابات والأحراش إلى أيروسولات Aerosoles مما يضيف مصدرا جديدا للمواد التي تلوث الهواء الجوي . لهذا فهو يعتبر من أهم مكونات الضبخان وهو أيضا يسبب تلف الكثير من المنسوجات والدهانات والمطاط ، خاصة إطارات السيارات .

ذكرنا أهم الملوثات الغازية في الغلاف الجوي ، وهناك ملوثات غازية أخرى مثل غاز كلوريد الهيدروجين الذي ينتج من مصانع الملح والصودا وغيرها ، أيضا يوجد غاز فلوريد الهيدروجين الذي ينتج أثناء صناعة الأسمدة الفوسفاتية أو صهر الحديد والألومنيوم ومحطات تقطير المياه ، وغازات الكلوروفلوروكربون التي تنتج من أجهزة التبريد كالثلاجات والمكيفات ومن عبوات الإيروسولات وصناعة الهليونات ، وستناولها بعد ذلك بشيء من التفصيل عند الحديث عن مشكلة إستنزاف طبقة الأوزون .

* الملوثات الصلبة في الهواء الجوي

هناك العديد من الملوثات الصلبة التي تنطلق إلى الغلاف الجوي وتنتج إما من مصادر طبيعية أو من مصادر صناعية . وهي عبارة عن دقائق صغيرة جدا تنطلق

من مصانع الأسمت والأسمدة والمبيدات الحشرية والحاجر والمطاحن وعند استخلاص المعادن أيضا . وهناك دقائق أخرى مثل الرصاص والأسبتوس والسناج (الكربون) الذي يعمل على اتساخ الملابس والمباني كما يؤدي إلى الالتهابات الرئوية لأنه يوجد للكربون خاصية إدمصاص الغازات على سطحه ولذلك يتقل بعض الغازات السامة للرئتين ولذا يلاحظ إزدیاد نسبة الإصابة بسرطان الرئة بين سكان المناطق الصناعية .

وتعتبر السيارات من أكبر مسببات تلوث الهواء الجوي بالرصاص والكاديوم ودقائق مطاط الإطارات ، تليها المصانع . أما الدقائق الناتجة من مصادر طبيعية فلا دخل للإنسان فيها مثل بعض أنواع البكتيريا والجراثيم وحبوب اللقاح والأترية والرمال خصوصاً عند هبوب العواصف أو ثورات البراكين . وحتى تبين الخطر الناتج أحيانا من المصادر الطبيعية ، نذكر هنا على سبيل المثال إنفجار بركان سانت هيلين بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٠م الذي تصاعدت منه كميات هائلة من الرماد قدرت كميتها بأكثر من مليون طن ، إمتصت قدرا كبيرا من إشعاعات الشمس وكان لها أثر واضح على الإلتزان المناخي لهذه المنطقة ، وتسببت في تلف كثير من المحاصيل وإفساد التربة الزراعية القريبة منها .

كذلك بركان إتنا بإيطاليا الذي يطلق أثناء ثوراته المتكرره الأطنان من كلوريد الزئبق وآلاف الأطنان من الحديد والألمنيوم والصوديوم والكالسيوم والتي

تبقى معلقة في الهواء على هيئة شوائب ، حيث تحملها الرياح لتصل إلى أماكن بعيدة عن المكان .

والدقائق الملوثة للهواء الجوي تكون درجة انتشارها تبعاً لحجمها ، فالجسيمات الكبيرة تتساقط بسرعة بتأثير الجاذبية الأرضية ، ولا تبقى معلقة في الهواء فترة طويلة ولذلك تكون بالقرب من مصادرها . أما الجسيمات الصغيرة فهي خفيفة الوزن لذلك تظل عالقة في الهواء لمدة طويلة وترسب بعد فترة ، حيث تتجمع مع بعضها مكونة جسيمات أكبر ترسب بفعل الجاذبية أو تسقط مع الأمطار .

وقد تسبب هذه الدقائق تغيرات في المناخ فتقلل من درجة الحرارة على سطح الأرض وذلك لأنها تشتت ضوء الشمس الساقط ، كما تسبب تدني مدى الرؤية .

كما سبق نجد أن الهواء الجوي تنطلق إليه كثير من الجسيمات مثل دقائق الأسمت والأمينات وأملاح البحر والكيماويات بالإضافة إلى الدهانات والزئبق والكادميوم والزرنيخ وكلها مواد سامة .

وكما نعلم أن عوادم السيارات تعتبر أهم مصدر للملوثات حيث ينطلق مع العادم ما يقارب من ٨٠٪ من هذه الجسيمات الدقيقة . ولا يقتصر الأمر على عوادم السيارات بل هناك أيضاً مصانع استخلاص المعادن والأسمت ومحطات تكرير البترول وغيرها ، حيث يتضح خطر هذه المصادر لو علمنا أن محطة كهرباء

متوسطة تعمل بالفتح كوقود ، تطلق للهواء في كل ساعة حوالي ٢٠ طناً من غاز ثاني أكسيد الكبريت ، ٣,٥ طن من أكاسيد النيتروجين ، ٤٥ طناً من الرماد ، حيث تبقى أغلب هذه الشوائب معلقة في الهواء محتوية على كثير جداً من المواد الضارة * .

وفيما يلي نتناول بشيء من التفصيل أهم وأخطر الملوثات الصلبة في الغلاف الجوي .

* الرصاص Lead

هو عنصر رمادي اللون يوجد بكثرة في كثير من بقاع العالم ، ويسهل تشكيله وتصنيعه ، كما أن لديه خاصية مقاومة العوامل الجوية والتآكل الكيميائي . والرصاص من أقدم العناصر التي عرفها الإنسان ، وقد كانت استخداماته كثيرة في آسيا الوسطى منذ أكثر من ٦ آلاف عام فقد استخدمه قدماء المصريين في صناعة الأواني ويوجد الآن في المتحف البريطاني بلندن تمثال مصري من عهد الفرعون مصنوع من الرصاص منذ أكثر من ٤ آلاف عام . كما استخدم الرومان أواني مصنوعة من الرصاص في شرب الخمر .

* Paul Choiet et al ., water , air and soil Pollution , 4,381,1975

ويقول " جلفلام " في مقاله محلة الطب المهني عام ١٩٦٥م : إن إصابة طبقة الحكام والقادة بالتسمم بعنصر الرصاص كان من أسباب سقوط الإمبراطورية الرومانية * .

توجد بعض المصادر التي تشارك في تلويث الغلاف الجوي بالرصاص مثل العراكين وعوامل التعرية المؤثرة في التربة ، ولكن أكثر مصادر الرصاص التي تسبب تلوث الهواء هي مصادر صناعية نتيجة للنشاط الإنساني ، وزيادة التصنيع ، كما أن السيارات التي تستخدم البنزين المحتوي على الرصاص لها دور رئيسي في تلوث الغلاف الجوي به ، فقد بينت الأبحاث العلمية أن استخدام البنزين المرصص (المضاف إليه الرصاص) في محركات السيارات هو السبب الرئيسي لزيادة نسبة الرصاص في الهواء ، ولذلك تنبهت بعض الدول فقامت بتقليل نسبة الرصاص المضاف للبنزين تدريجياً حتى يتم الإستغناء عنه نهائياً ، وأضافت بدلاً منه مواداً أخرى غير سامة مثل بعض الهيدروكربونات متفرعة السلسلة أو بعض الكحولات لرفع كفاءة محركات السيارات من جهة وعدم تلوث البيئة بالدرجة التي يلوثها بها الرصاص من جهة أخرى .

ومن الدول التي تستخدم بنزين خالٍ من الرصاص اليابان منذ عام ١٩٧٥م ، والنمسا منذ عام ١٩٨٥م ، وألمانيا الغربية منذ عام ١٩٨٦م .

* مجلة البيئة الكويتية - العدد ١٠٨ فبراير ١٩٩٣ بقلم د. إبراهيم الصياد .

أما في الدول العربية فقد وصل عدد السيارات الآن إلى أكثر من ١٢ مليون سيارة مقابل ٩ ملايين سيارة عام ١٩٩٠م ، وصاحب ذلك إزدياد كبير في كمية البنزين المستخدمة ، فبعد أن كان المستخدم منه ٨٠٠ ألف برميل يوميا عام ١٩٩٠م يصل الآن إلى أكثر من مليون برميل يوميا . كما يحتوي البنزين المستخدم في الدول العربية على رصاص بنسبة تزيد عن ٣ - ٦ أمثال النسبة المستخدمة حاليا في الدول المتقدمة . وقد وعدت الكويت باستخدام البنزين الخالي من الرصاص مع بداية عام ١٩٩٧م .

ويرجع تاريخ إضافة الرصاص إلى الجازولين إلى نهاية العشرينات من هذا القرن ، وذلك على هيئة أحد مركبات الرصاص مثل رابع أثيل الرصاص *Lead* و *tera ethyl* وذلك لرفع كفاءة البنزين كوقود ، ولكن نتيجة لإحتراق الوقود في المحركات تخرج مركبات الرصاص إلى الجو على هيئة أكاسيد وكلوريدات الرصاص حيث تظل معلقة في الجو لفترة طويلة ثم تسقط في الشوارع وعلى المباني . وتبين نتائج الأبحاث أن نسبة الرصاص تتناسب تناسباً طردياً مع زيادة استهلاك البنزين المرصص ، ولذا تزداد نسبة الرصاص في هواء المدن خاصة الصناعية منها والمزدحمة بالسيارات .

وقد أجريت أبحاث على دم الأطفال ببريطانيا فبين أن معدل تركيز الرصاص في دم الأطفال الذين يعيشون قرب الطرق السريعة المزدحمة بالسيارات بلغ ٠,٩ ميكروغرام/لتر في حين بلغت النسبة أقل من ذلك في دم الأطفال الذين يسكنون بعيداً عن الطرق الرئيسية ، وتزداد هذه النسبة في دول أخرى عن ذلك .

ويبلغ الإنتاج العالمي من الرصاص حوالي خمسة ملايين طن سنويا ، ينطلق منه إلى الغلاف الجوي نسبة لا بأس بها حيث تستنشقه الكائنات الحية ، أو ينتقل عن طريق الغم أو اللمس ليدخل إلى دم الإنسان .

وهناك الكثير مما جاء عن أضرار الرصاص ، فقد وصف أبقراط (حوالي ٣٧٠ ق.م) رجلا يشكو من نوبات مغص شديد بالبطن ، وفسر ذلك بأنه كان يعمل في استخراج المعادن ، كما ذُكر أن أكثر المصابين بتسمم الرصاص هم عمال بناء السفن الذين كانوا يقومون بطلائها ببويات يدخل في تركيبها الرصاص .

وقد كانت عادة شرب الخمر في أوعية فخارية مطلية بالرصاص شائعة في أمريكا قبل الإستقلال ولذلك كانت نسبة التسمم بالرصاص عالية جدا . ويعتبر الأرق والتعب وعصبية المزاج والغثيان والإسهال من أهم أعراض التسمم بالرصاص .

ولا يقتصر الأمر على عوادم السيارات كمصدر رئيسي للتلوث بالرصاص بل تشمل أيضا محارق النفايات وكذلك المبيدات الحشرية ، كما أن الفحم المستخدم كمصدر للطاقة في كثير من المنشآت يحتوي على حوالي ٥٠ جزء في المليون من الرصاص الذي ينطلق إلى الغلاف الجوي مسببا زيادة تركيزه عن المعدل الطبيعي .

وتعتبر مصانع البطاريات من أكثر الجهات استخداما للرصاص . كذلك فإن عادة التدخين تعتبر أيضا مصدرا هاما للتلوث بالرصاص خاصة لأولئك الذين يقرطون في التدخين .

والرصاص كما ذكرنا من العناصر السامة للكائنات الحية ، والتعرض له لمدة طويلة يؤدي إلى الضرر بالجهاز العصبي خاصة عند الأطفال ، كما يسبب قلة الإستيعاب والتخلف العقلي وتأخر النمو عند أطفال المدارس بالمدن التي تكثر فيها السيارات .

وتقوم أيونات الرصاص بتعطيل أنزيمات الجسم والتفاعلات الحيوية ، وباتحاد الرصاص مع الزنك يقف عمل الأنزيمات التي تساعد على تكوين الهيموجلوبين ، ولذلك يصاب الأشخاص المعرضين للرصاص بالأنيميا (ضعف الدم) ، كما يعطل الرصاص الوظيفة الإخراجية للكلية فيحدث تصلب وتليف تدريجي يؤدي إلى الفشل الكلوي . أيضا يتراكم الرصاص في الكبد ، فيعجز عن تحويله إلى مركبات نافعة ويتركه ينتشر في الدورة الدموية ، لذلك يتركز في العضلات والجلد ويختزن في العظام والكبد مسببا أيضا التليف الكبدي .

ويؤثر الرصاص أيضا على النساء الحوامل مسببا الإجهاض وتشوه الأجنة وارتفاع نسبة الوفيات بين الأطفال حديثي الولادة . كما يؤثر على الرجال حيث يقلل القدرة الجنسية لديهم . كما يترسب على التربة ، فيحتفظ به النبات بعد أن يصل إليه ، وعندما يتغذى الإنسان أو الحيوان على هذا النبات ويصل تركيز

الرصاص للدرجة معينة يحدث التسمم . وقد وجد أن النباتات المزروعة قريبا من الطرق السريعة تحتوي على نسبة عالية جدا من الرصاص المنطلق من عوادم السيارات إذا قورنت بالنباتات المزروعة بعيدا عن هذه الطرق .

وعند تقدير نسبة الرصاص الموجودة في كل من نباتي الخس والجزر كانت على التوالي (١٧٠,٢) ، (٢,٧) جزء في المليون * ولئلك فإن استهلاك كيلوجرام واحد من الخضار والفاكهة يُدخل إلى جسم الإنسان حوالي ٤ ملجم من عنصر الرصاص . وقد تبين أن كمية الرصاص التي تسبب تشوهات خطيرة في جسم الإنسان تكون بين ٣٠٠ - ٧٠٠ ملجم/كيلوجرام من وزن الجسم .

ينتقل الرصاص إلى مياه البحار والأنهار من مصادر عديدة مثل مخلفات المصانع الكيماوية المقامة على الشواطئ وعن طريق الأمطار المحملة بدقائق الرصاص ، كذلك عند غرق السفن التي تحمل مواد كيميائية يدخل الرصاص في تركيبها حيث يتركز هذا الرصاص في لحوم الأسماك والأحياء المائية خاصة القشريات ومنها ينتقل للإنسان . ويعتبر كل من البحر الأبيض المتوسط وبحر البلطيق وبحر قزوين من أكثر بحار العالم تلوثاً بالرصاص .

* لموينة أفضل - مفاهيم - قضايا - استراتيجيات - دار الثقافة - الدوحة / قطر - د. سعيد الحفار .

ويمكن تقليل من نسب الرصاص في جسم الإنسان عن طريق :

- (١) استخدام أنابيب ليست مصنوعة من الرصاص في نقل المياه إلى المنازل أو في التمديدات الداخلية لهذه المنازل .
- (٢) تقليل نسب الرصاص في الأصباغ .
- (٣) تطوير عمليات تعبئة الأغذية في العلب المعدنية للتقليل من استخدام الرصاص
- (٤) التحكم في عملية إنطلاق الدخان المحمل بالرصاص من مداخن الوقود الأحفوري وكذلك بالنسبة للمنشآت الصناعية التي تستخدم الرصاص .
- (٥) تقليل نسبة عنصر الرصاص الموجود في البنزين المستخدم في السيارات وآلات الإحتراق الداخلي إلى أقل حد ممكن .

* الكاديوم Cadmium

يستخدم عنصر الكاديوم في كثير من الصناعات مثل صناعة الخارصين (الزنك) والأصباغ وفي عمليات الطلاء الكهربائي ، كما يضاف للمطاط في صناعة إطارات السيارات ولهذا فهو أحد الملوثات التي تنطلق إلى الهواء الجوي نتيجة إحتكاك الإطارات أثناء حركتها بأسفل الطرق . ولو علمنا مقدار دقائق المطاط التي تترسب على مساكن وطرق المدن خاصة المزدهجة بالسيارات والذي يقدر بعشرات الأطنان سنويا لعلمنا مدى الضرر الذي يسببه الكاديوم للإنسان .

كذلك ينطلق الكاديوم إلى الهواء الجوي مع دخان السجائر . وقد إزدادت نسبة تلوث الأنهار والبحار بهذا العنصر لأن المصانع تلقي بمخلفاتها في

مياها . وقد تبين من فحص مياه البحر * الأذربايجاني عام ١٩٧٥م أن معدل تراكم الكاديوم في مياهه بلغ نصف ميكروجرام في اللتر الواحد ولكنه الآن زاد عن ذلك كثيرا نتيجة لزيادة عدد المصانع .



شكل (٩) انطلاق الكاديوم إلى الهواء الجوى عند إحراق الإطارات

ويعد الكاديوم ضارا بالصحة فهو يدخل إلى الجسم عن طريق الجهاز التنفسي مع الهواء الملوث أو يدخل إلى الجهاز الهضمي عن طريق الغذاء حيث

* مجلة البيئة الكويتية العدد ١١١ مايو ١٩٩٣ مقالة د. سمير الدني .

يتراكم في الجسم خاصة في الكلى والكبد ، كما دلت الأبحاث الطبية على أنه يساعد على ارتفاع ضغط الدم .

ولعل ما قرأناه عما حدث لأهالي مدينة توياما اليابانية يوضح أثر الكاديوم على صحة الإنسان حيث انتشر بينهم مرض مجهول أدى إلى وفاة أكثر من ٦٦ شخص وكانت أعراض المرض تبدأ بالشعور بالغثيان والإرهاق والتقيؤ والإسهال وآلام البطن والعضلات وكذلك العظام ، واضطراب الكبد والكلية . ونظرا لشدة الألم أطلق على المرض اسم " إيتاي - إيتاي " ويعني باللغة اليابانية " مؤلم - مؤلم " كما لوحظ لين عظام الأطفال وضعفها فكانت سهلة الكسر ، وبعد أبحاث مضيئة تم اكتشاف السبب وهو وجود عنصر الكاديوم في الأنسجة والعظام الذي نتج عن شرب ماء النهر - الذي تقع عليه مدينة توياما - الملوث بعنصر الكاديوم وكذلك أكل الأرز الذي تم ريّه بماء النهر .

وقد تبين أن المنجم الموجود بالقرب من هذا النهر كان يلقي بمخلفاته فيه ، ولذا تراكم الكاديوم في مياهه وانتقل منها إلى التربة ثم إلى الأرز الذي يتناوله الأهالي .

* الزئبق Mercury

الزئبق معدن يستخدم في الصناعات الكيميائية مثل المبيدات الحشرية والصناعات المعدنية كصناعة الذهب ، وإنتاج غاز الكلور ، ويدخل في صناعة أجهزة الترمومترات والبارومترات كما يستخدم في الطب حيث يضاف لبعض

المراهم . وينطلق الزئبق إلى البيئة كملوث للهواء الجوي عن طريق مخلفات ونفايات المصانع ، وعند استخدام المبيدات الحشرية التي تحتوي على نسبة كبيرة منه غالباً .

ويعود خطر الزئبق إلى أنه يتنقل خلال سلسلة الغذاء من النباتات أو الكائنات البحرية كالأسماك إلى الإنسان ، وقد أثبتت الدراسات العلمية أن الكائنات الحية الموجودة في المياه الملوثة بالزئبق تحتوي على تركيزات من هذا العنصر بنسبة أكبر مما يوجد في المياه الملوثة نفسها . ويرجع ذلك لأن للزئبق خاصية التراكمية في أجسام الأسماك وبقية الكائنات البحرية .

وقد أصبحت ظاهرة تلوث الأسماك بالزئبق معروفة في كثير من بحار العالم ، كما ظهرت حوادث تسمح عديدة نتيجة تناول هذه الأسماك الملوثة بالزئبق ، لعل أسوأها ما حدث في اليابان عام ١٩٥٦م عندما تم تناول أسماك تبين أنها ملوثة بالزئبق مما تسبب عنه حدوث حالات وفاة كثيرة حيث إتضح أن أحد مصانع البلاستيك (مصنع شيسو) الواقع على خليج ميناماتا كان يلقي في مياه الخليج بنفايات تحتوي على كميات من الزئبق السام الذي تراكم ستين طويلة لدرجة أنه وصل إلى تركيز مؤثر على صحة الإنسان مما تسبب في وفاة حوالي خمسة آلاف شخص حتى عام ١٩٩٢م . وقد سمي هذا المرض " مرض ميناماتا " نسبة إلى اسم الخليج .

وعندما إنتقلت كميات الزئبق إلى الأسماك تم تخزينها فى أجسامها على هيئة مركب " ثنائي فينيل الزئبق " الذي يرتبط ببروتينات الأسماك ومنها ينتقل للإنسان .

وتبدأ أعراض التسمم بالزئبق بشعور المريض بالتعب والإرهاق وألم في الرأس وفقدان الإحساس مع عدم وضوح الرؤية وصعوبة الكلام ثم تظهر أعراض تشبه أعراض الشلل ، وفي النهاية يحدث الموت .

وترجع خطورة التسمم بالزئبق إلى أنه يهاجم خلايا المخ والجسم حيث يتركز في الدماغ فيؤدي إلى إتلاف خلاياه وخلايا الجهاز العصبي المركزي مسبباً عدم التوافق في عمل العضلات ، وضعف في الإحساس وثقل في السمع كما يؤدي إلى الفشل الكلوي . ولا يوجد علاج حتى الآن لحالات التسمم بالزئبق ، وقد حددت هيئة الصحة العالمية الحد الأقصى لكمية الزئبق التي تدخل إلى جسم الإنسان أسبوعياً بما لا يزيد عن ٠,٣ ميكروجرام .

* الأمانات Amiante

يستخدم في مجالات عديد مثل صناعة المستحضرات الطبية ، وكمادة عازلة للحرارة لمنع تسربها ، كذلك يلصق على الجدران كمادة عازلة للصوت . وتصنع منه الأسطح السفلية للمكواة لمنع حرق الملابس ، وأكثر استخدام له في صناعة كوابح السيارات (السفايف) ، وعندما تتآكل أجزاء هذه الكوابح نتيجة الاحتكاك يتطاير إلى الغلاف الجوي حيث يسقط غباره على المنازل والشوارع

ويصل إلى الرئتين عن طريق الجهاز التنفسي موديا - كما دلت الأبحاث العلمية - إلى سرطان القصبات الهوائية . لذا تكثر الإصابة بهذه الأمراض بين عمال تصليح وصيانة السيارات (الذين يعملون في تبديل الكوابح وإصلاحها) .

وقد أوضحت دراسة أجراها أستاذ للأمراض التناسلية بكلية طب قصر العيني (نبيل مؤمن) أن تلوث الهواء يؤثر على الجهاز التناسلي وبصفة خاصة الرغبة الجنسية والقدرة على الإنجاب لدى الرجال ، وقد أشارت الدراسة التي شملت إجراء تحاليل مقارنة للسائل المنوي إلى أن خصوبة الرجل في مناطق التلوث أصبحت أقل مما كانت عليه منذ عشرين عاماً مضت حيث سجلت الفحوصات تناقصاً في عدد الحيوانات المنوية وسرعة حركتها . وقد أوعزت الدراسة السبب إلى تلوث الهواء والماء والغذاء بالعديد من الملوثات مثل الرصاص وأول أكسيد الكربون وغيرها من الملوثات التي تؤثر على الجهاز التناسلي . ويرى الباحث أن التلوث بغاز أول أكسيد الكربون يؤثر على الدم الذي يغذي الخصيتين .

وهناك الكثير من الظواهر وأنواع التلوث المرتبطة بتلوث الهواء الجوي والتي سنتناولها في الفصل القادم .

الظاهرة الصوبية Green House Phenomenon

سميت هذه الظاهرة بظاهرة الدفيئة أو البيت الزجاجي . فالبيوت الزجاجية تستخدم لنمو النباتات في الظروف البيئية غير المناسبة ، لتحمي النباتات من انخفاض درجة حرارة الجو الخارجي ، ولتتمدها بالحرارة اللازمة لنموها . وكان يعزى السبب في ارتفاع درجة الحرارة داخل هذه البيوت إلى أن الزجاج يعمل كمرشح للأشعة الحرارية ، ويسمح لها بالمرور داخل البيوت (في اتجاه واحد) إلا أن هذا التفسير ثبت خطأه ، فالسبب الحقيقي هو عدم أو قلة تيارات التبريد بواسطة الحمل* ، ولما كانت الزيادة الواضحة والمستمرة لغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي بسبب نشاطات الإنسان الملوثة للبيئة تهدد بإحداث تغييرات في معدل درجات الحرارة تؤدي إلى تغيير التوازن الطبيعي في البيئة حيث يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون مرشح للأشعة الحرارية (تحت الحمراء) باتجاه واحد .

تفسير ذلك أن الإشعاع المرئي الذي يصل من الشمس إلى الأرض يتكون

* التناثر الصنفي - المصادر - وكيمياء التناثر ١٩٨٧ دكتور لطيف حميد علي .

من موجات عديدة مختلفة الطول لا يصل منها إلى الأرض إلا جزء قليل بسبب وجود طبقة الأوزون التي تمتص معظم الأشعة فوق البنفسجية بينما يقوم غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء بامتصاص الأشعة تحت الحمراء ولا يصل إلى سطح الأرض إلا الإشعاع المرئي ، ثم ينعكس جزء منه إلى الجو مرة أخرى والباقي يمتصه سطح الأرض ، حيث تنعكس هذه الطاقة الممتصة مرة أخرى إلى الجو ، وتكون بشكل أشعة غير مرئية (موجات حرارية) ولكنها لا تستطيع مغادرة جو الأرض (التروبو سفير) لوجود غاز ثاني أكسيد الكربون بتركيزات عالية لأن له قدرة كبيرة على امتصاص هذه الأشعة . وهذا بالطبع يؤدي إلى إغلبس الحرارة فى طبقة الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض (التروبو سفير) مسببة ارتفاعاً تدريجياً فى معدل درجات الحرارة .

ويسمى بعض العلماء هذه الظاهرة بظاهرة الاحتباس الحراري ، وكان العالم السويدي (سفانتي أرينيوس) هو أول من أطلق هذا الاسم عام ١٨٩٦م ، وهو أيضا أول من نبه لارتفاع درجة الحرارة عن معدلها الطبيعي ، وأصبحت هذه القضية لها مؤيدون ومعارضون .

فمنذ بداية عصر الصناعة حتى الآن ارتفعت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من ٢٦٠ جزءاً في المليون إلى أن وصلت عام ١٩٥٨م إلى ٣١٥ جزءاً في المليون ، أي بمقدار ٦٧١ بليون طن موزى في الغلاف الجوي ، ثم ازدادت هذه النسبة إلى أن بلغت ٣٥٠٠ جزءاً في المليون عام ١٩٨٨م أي ٧٤٨ بليون طن موزى .

وهذا يبين أثر النشاط الإنساني المدمر للبيئة ، حيث أن هذه الزيادة ناتجة عن إحراق الوقود الأحفوري التي بلغت عام ١٩٨٨م (٥,٩ بليون طن *) .

وارتفاع معدل درجة حرارة جو الأرض يشغل تفكير العلماء حيث وضعوا عدة فروض لذلك ، فأرجعه بعضهم إلى أنها ظاهرة طبيعية ، بينما يرى البعض الآخر بأن هذا الارتفاع هو نتيجة لانبعاث بلايين الأطنان من غاز ثاني أكسيد الكربون للغلاف الجوي سنويا . ومنذ ذلك الحين بدأ الحديث عن الظاهرة الصوبية والغازات المتسببة في ارتفاع درجة حرارة جو الأرض عن المعدل الطبيعي .

ولكن هل المسئول عن هذا الارتفاع في معدل درجات الحرارة هو غاز ثاني أكسيد الكربون فقط ؟ بالطبع هناك غازات أخرى تشاركه هذه المسئولية ، فمع أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو المسئول الأول عن زيادة معدل درجات الحرارة في جو الأرض (يمثل حوالي ٥٥% من هذه الزيادة) إلا أن بعض العلماء أثبتوا أن هناك غازات أخرى مسئولة عن ارتفاع درجة حرارة جو الأرض أيضا مثل بخار الماء والميثان وغازات الكلوروفلوروكربون وأكسيد النيتروز والأوزون الموجود في طبقة التروبوسفير (في العادة لا يوجد هذا الغاز إلا في طبقة الستراتوسفير) .

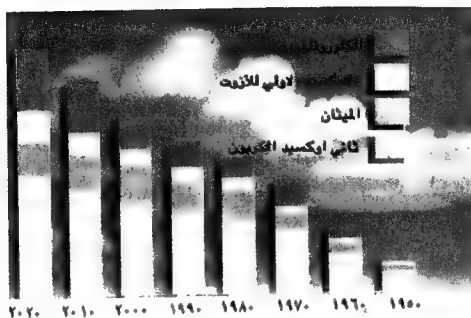
هذه الغازات تعمل مجتمعة مع غاز ثاني أكسيد الكربون على احتباس

* مجلة علوم وتكنولوجيا ، معهد الكويت للأبحاث العلمية العدد ١٣ ، أغسطس ١٩٩٤م الكويت .

الأرض عن معدلها الطبيعي . وفي الثمانينات من هذا القرن بين العلماء أن هناك غازات أخرى تعمل على زيادة الدفء العالمي لأنها تقوم بامتصاص الأشعة تحت الحمراء Infra Red Ray (الأشعة الحرارية) بنسبة كبيرة . فمن المعلوم أن تركيب الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ظل ثابتاً منذ آلاف السنين ولكن بدأ يتغير بصورة سريعة منذ عصر الصناعة فقط ، أى منذ حوالي قرنين من الزمان ، وبالمطبع يتغير نحو الأسوأ . فقد زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون زيادة كبيرة ، كما زادت نسب الغازات الأخرى عن قبل . فمثلاً زادت نسبة غاز أكسيد النيتروز بمقدار ٢٠٪ والميثان بنسبة تصل إلى ١٢٠٪ .

كذلك نلاحظ ظهور غازات أخرى لم تكن موجودة من قبل مثل غازات الكلوروفلوروكربون وهي غازات صناعية لم تكن موجودة في الهواء الجوي قبل عام ١٩٣٠م ، وتكون مع الغازات السابقة غطاء باعث للدفء على سطح الأرض ، وهو ما يعرف بتأثير الصوبه أو الظاهرة الصوبية .

وبين شكل (١١) نسب هذه الغازات في الغلاف الجوي منذ عام ١٩٥٠م وحتى عام ٢٠٢٠م . ولو قارنا متوسط درجات الحرارة الآن عما كانت عليه في القرن الماضي ، لوجدنا أن هناك زيادة يصل مقدارها إلى ٦,٠°س ، ولو استمرت الزيادة بنفس المعدل نتيجة استمرار انبعاث الملوثات إلى الهواء الجوي فسوف تصل إلى ٣°-٥°س في عام ٢١٠٠م .



شكل (١١) نسب الغازات الصوبية في جو الأرض

فغازات الاحتباس الحراري امتصت كميات كبيرة من حرارة الشمس لتبقى متوسط درجة الحرارة في جو الأرض حوالي ١٤°س . ولكن هذه الغازات تحبس الآن كميات متزايدة من حرارة الشمس في الغلاف الجوي (التروپوسفير) وتمنعها من الإنطلاق للفضاء الخارجي .

ونتيجة لذلك يُتوقع ارتفاع متوسط درجة الحرارة عن المتوسط الحالي . وقد يظن البعض أن زيادة ٣°س أو ٤°س شيئاً عادياً ولكن لو علمنا بأن الفرق بين

متوسط درجات الحرارة الآن ودرجات الحرارة في العصر الجليدي لم يزد عن ذلك كثيرا ، فلنا أن نتصور ماذا سيحدث نتيجة لذلك الارتفاع .

وقبل أن ندخل في التفاصيل علينا أن نعرف نبذة عن الغازات المسببة لارتفاع درجة حرارة الجو (الغازات الصوبية أو غازات الاحتباس الحراري) .

* غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

تحدثنا في الفصل السابق عن هذا الغاز بإسهاب ، وهو ليس موجود في الغلاف الجوي فقط ، فنسبة وجوده في المحيطات والبحار أكبر بكثير من نسبة وجوده في الغلاف الجوي . فالمحيطات أكبر خزان لغاز ثاني أكسيد الكربون ، وهي تلعب دوراً مهماً في تحديد نسبته في الغلاف الجوي عن طريق التبادل ، حيث تحتري المحيطات على كمية هائلة منه قدرها مركز الدراسة الجيو كيميائية لأقسام المحيطات بالولايات المتحدة الأمريكية بـ ٦٧٠ ألف بليون طن ، وهو يساهم في ارتفاع درجة حرارة جو الأرض بنسبة كبيرة تبلغ ٥٥٪ تقريبا .

* غاز الميثان (CH_4)

ينطلق هذا الغاز من البرك والمستنقعات ولذلك يعرف بغاز المستنقعات ، كما ينطلق أثناء استخراج البترول من مكانه ، وقد ازداد إنطلاقه إلى الجو مع زيادة التصنيع . وتزيد قدره جزئي الميثان على حبس الحرارة عن قدرة جزئي ثاني

أكسيد الكربون بأكثر من خمس وعشرين مرة ، وهو يساهم فى ارتفاع درجة حرارة جو الأرض بنسبة قدرها ٥% تقريبا .

• غاز أكسيد النيتروز (N_2O)

ينتج هذا الغاز بفعل بكتيريا التربة التى تحلل الفضلات النباتية واحتراق الأخشاب ، كما أن استخدام الأسمدة الكيميائية والتوسع فيها حديثا عمل على زيادة انبعاثه إلى الجو . وهو من الغازات التى لها القدرة على البقاء في الجو لفترة طويلة قبل أن يتحلل وذلك مثل مركبات الكلوروفلوروكربون . وحتى لو لم تزيد الكمية المنبعثة منه إلى الهواء الجوي عن المعدلات الحالية فسوف يبقى في جو الأرض لمدة تصل إلى أكثر من مائة عام كما يقول العلماء ، وبالتالي ستبقى درجة حرارة جو الأرض في ارتفاع مستمر لمدة قرن على الأقل .

ولجزئ أكسيد النيتروز المقدرة على حبس الحرارة بقدرته تبلغ ٢٥٠ مرة قدر ما لجزئ غاز ثاني أكسيد الكربون .

• غازات الكلوروفلوروكربون (C.F.C)

اكتشفت هذه المركبات في عام ١٩٣٠م على يد مهندس باحث بشركة جنرال موتورز واستخدمها في مكيفات الهواء بالسيارات بدلا من غاز ثاني أكسيد الكبريت والأمونيا التي كانت تسبب تآكل أنابيب أجهزة التكييف ، وسوف نتحدث عنها بالتفصيل عند حديثنا عن تآكل طبقة الأوزون .

وقد يتساءل البعض ولماذا يوجد الأوزون قريبا من سطح الأرض ؟ ومن أين يأتي ؟

من المعروف أن عوادم السيارات والملوثات المنطلقة من المصانع والأنشطة المختلفة على سطح الأرض تحتوي على المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النيتروجين ، ونتيجة للتفاعلات الكيموضوئية (التفاعلات الكيميائية التي تنشط في وجود الضوء) تتسبب في تكون الأوزون قريبا من سطح الأرض .

وعلاوة على كونه من الغازات الصوبية فإن له تأثيرات ضاره أخرى بالنسبة للكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات . وبنظرة سريعة عن أسباب انطلاق هذه الغازات الصوبية نجد أن الحصول على الطاقة هو السبب الرئيسي لذلك ، خاصة أن الحصول على الطاقة يعتمد اعتمادا رئيسيا على الوقود الأحفوري وهو بالطبع وقود ملوث للبيئة .

ويقدر ما ينطلق إلى الجو من غاز ثاني أكسيد الكربون فقط باستخدام هذا الوقود بأكثر من ٢٠ بليون طن سنويا ، علاوة على انطلاق كميات كبيرة من غازات الميثان وأكسيد النيتروز ، لذلك فإن أول خطوه على الطريق لخفض درجة حرارة جو الأرض هي التحول إلى مصادر أخرى للطاقة لا تنتج عنها هذه الغازات الصوبية الضارة بالحياة على سطح الأرض (مثل طاقة الشمس - طاقة الرياح - المساقط المائية - الطاقة البيولوجية وطاقة باطن الأرض) .

مما سبق نجد أن الدول المتقدمة هي المسئولة الأولى عن زيادة معدل درجات الحرارة في جو الأرض ، ومن هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية ، والدول الأوروبية بما فيها دول الإتحاد السوفيتي السابق ، أما الدول النامية فلا تتسبب إلا في انبعث قدر ضئيل من الغازات الصوبية ولكنها تسهم بنصيب وافر في ارتفاع معدل درجات الحرارة في جو الأرض من خلال إزالة الغابات كما في البرازيل وماليزيا وأفريقيا الإستوائية ، فإزالة الغابات تتسبب في زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو بنسبة لا تقل عن ٢٠٪ تقريبا .

لا يختلف علماء البيئة بشأن زيادة معدل درجات الحرارة في القرن الأخير ، لكن ما يثير الإهتمام هو تأثير ذلك الارتفاع على البيئة العالمية . يقول البعض أن زيادة معدل درجات الحرارة ستؤدي إلى انصهار جليد القطبين وغرق مناطق كثيرة من العالم ، ويرى البعض الآخر من العلماء بأن البحار سينخفض مستواها . ويستند أولئك العلماء إلى براهين تعضد هذا الرأي ، ففي الحقبة البليستوسينية التي تمتد إلى مليون وستمائة ألف سنة تعاقبت على الأرض مراحل جليدية وأخرى دافئة تسع مرات ، تفاوتت فيها درجات الحرارة بشكل واضح .

ويرى أنصار ظاهرة الدفينة أن انصهار جليد القطبين سيزيد إرتفاع مستوى مياه البحار بنحو ٢-٣ متر . لكن ذلك يتناقض مع آراء بعض العلماء الذين يرون أن زيادة معدلات درجات الحرارة في جو الأرض يتبعه ازدياد الثلوج في القطبين ، علاوة على أن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سيؤدي إلى تبخر للمياه من البحار

فتزداد السحب التي تعكس ضوء الشمس بعيدا عن الأرض وبذلك ستتناقص درجة حرارة جو الأرض . ولكن الإحتمال الأكبر الذي يؤيده غالبية العلماء هو ازدياد درجة حرارة جو الأرض ، فماذا يحدث نتيجة لذلك ؟

يعتقد العلماء بأن تأثير ارتفاع درجة حرارة جو الأرض سيشبه الحرب النووية الشاملة بما له من تأثيرات خطيرة واسعة المجال على النظم البيئية العالمية . فالغابات الموجودة الآن تتلاءم مع مدى ضيق من درجات الحرارة ، وزيادة درجة حرارة جو الأرض تعني زحزحة الغابات مسافات كبيرة شمالاً وجنوباً .

والكثير من الأراضي التي كانت مزروعة بالغابات ستصبح زراعية وبالتالي فإن الرعي الجائر للأراضي ضعيفة الخضرة سيؤدي إلى زيادة قدرة الأرض الانعكاسية (ظاهرة الألبينو*) وهذا سيؤدي بالطبع إلى خفض نسبة الطاقة الشمسية الممتصة ، وسوف يؤدي إلى انخفاض معدل الأمطار وحدوث مجاعات في كثير من الدول التي يعتمد سكانها على مياه الأمطار لري أراضيهم .

كما أن التنوع البيولوجي الذي ساعدت أنشطة الإنسان المدمره على خفضه ، سيصبح هو الآخر ضحية أخرى لارتفاع درجة حرارة جو الأرض . ففقد

* ظاهرة الألبينو : هي درجة لارتفاع الموجات الحرارية الشمسية (الأشعة تحت الحمراء) نحو الفضاء الخارجي وهي تزداد مع زيادة السطوح المرءاء من الغطاء النباتي وتقل مع السطوح للغطاء بالنباتات . فالعلاقة بين الغطاء النباتي والألبينو علاقة عكسية فكلما قل الغطاء النباتي زادت درجة الألبينو وقلت كمية الحرارة التي تمتصها الأرض والمكس صحيح .

الغابات والأراضي الرطبة سيفقد العالم أنواعا كثيرة من الكائنات الحية دام وجودها آلاف السنين ولن تستطيع التأقلم السريع مع درجات الحرارة الجديدة . وبما أن هذه الأنواع مرتبطة بعضها ببعض على هيئة شبكة ، فمن المحتمل أن تختفي نظم إيكولوجية بأكملها . ويقلر العلماء عدد أنواع الأحياء التي ستهلك يوميا بخمسين نوعاً نتيجة ارتفاع درجة حرارة جو الأرض ، وذلك إما أن يكون بسبب اختفاء المناطق التي تعيش فيها هذه الأحياء أو نقص كمية الغذاء أو ظهور أمراض فتاكه لم تكن موجوده قبل ذلك .

من المتوقع أيضا أن تواجه مناطق قاحلة أو شبه قاحلة كثيرة عجزاً شديداً في المياه عند ارتفاع درجة حرارة جو الأرض وبالتالي سوف يؤثر ذلك على مخزون المياه الجوفية مما سيزيد فترات الجفاف فتضطرب النظم الزراعية في كثير من بلدان العالم ، كما أن تغير نظام نزول المطر فوق سطح الأرض سيؤثر في معدلات الإنتاج الزراعي مما سيكون له تأثير واضح على سكان هذه المناطق .

وسوف يؤثر ارتفاع درجة حرارة جو الأرض بالتالي على أسعار الغذاء في العالم فنتجه للإرتفاع ، ومع الزيادة الهائلة في عدد السكان تكثر الجماعات وتعرض أرواح الملايين للخطر .

أما التنبؤ بارتفاع مستوى مياه سطح البحر فرمما سيكون أخطر نتائج تسخين جو الأرض ، فسوف يزيد الماء في المحيطات عندما يذغأ كما أن التسخين سيعمل على انصهار جليد القطبين الشمالي والجنوبي مما قد يؤدي إلى ارتفاع

مستوى مياه البحار بمقدار يتراوح بين المتر والمترين بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين .

ولو أخذنا البحر الأبيض المتوسط كمثال ، فسوف نرى أن ارتفاع مستوى مياه سطح البحر من جهة علاوة على نقص المياه العذبة من جهة أخرى ومع زيادة عدد السكان من جهة ثالثة - كل ذلك سوف يؤدي إلى ما يلي :

- في مصر مثلاً ، تمثل دلتا النيل مأوى لحوالي ٥٠٪ من سكان مصر ، ٦٠٪ من الإنتاج السنوي لمصر من الأسماك ، وغالبية الأراضي الزراعية توجد في دلتا النيل ، ويرى العلماء أن زيادة ارتفاع مستوى مياه البحر بمقدار متر واحد كافٍ لغمر الأراضي الزراعية في محيط ٣٠ كيلومتراً من الشاطئ مما يؤثر على باقي الأراضي الزراعية الخصبة ، وحياة ملايين السكان .

- هناك مناطق كثيرة على سواحل البحر المتوسط سوف تتعرض فيها المدن والمصايف للغرق مثل مدن شمال مصر والجزائر وتركيا ولبنان ومالطا وجزيرة قبرص ، بالإضافة إلى كثير من المدن .

- ستعاني بعض الأنهار من نقص في المياه ، وتعاني أنهار أخرى من الفيضان نتيجة زيادة الأمطار ، ففي الحالة الأولى سيحدث جفاف وتصحّر للأراضي الزراعية بينما في الحالة الثانية ستحدث فيضانات مدمره بصورة رهبة وفي مساحات واسعة خاصة في بنغلاديش وفيتنام وتايلاند .

ويؤكد خبراء البيئة أنه بصورة عامة لكي تتلافى هذه الأخطار لابد من تقليل معدل حرق الوقود الأحفوري والخفض التدريجي لإنتاج أو استخدام غازات الكلوروفلوروكربون ، ودعم الجهود الدولية المبذولة لحماية الغابات الإستوائية وتشجيع استخدام الطاقات النظيفة غير المنتجة للملوثات والغازات الصوبية وذلك مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها .

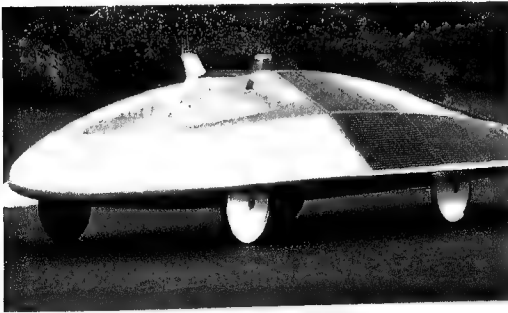
ولكن كيف يمكننا التقليل من الانبعاثات الكربونية على مستوى العالم ؟ أو بمعنى آخر كيف نتدارك ونعمل على تقليل زيادة معدل درجات حرارة جو الأرض ؟

في الحقيقة هناك الكثير من الطرق التي يمكننا اتباعها لتخفيض الانبعاثات الكربونية للغلاف الجوي وبالتالي المساهمة إلى حد كبير في الإبقاء على المعدل الحالي لدرجات الحرارة في جو الأرض مثل :

(أ) تحسين كفاءة الأجهزة الكهربائية ، فمحطات توليد القوى الكهربائية في العالم تستخدم من الوقود الأحفوري حوالي بليون ونصف بليون طن سنويا وكما نعلم فالكهرباء تستخدم لأغراض كثيرة وسنأخذ أبسط هذه الاستخدامات وهو الإضاءة كمثال : فعند استخدام مصابيح الهاليدوم نجد أنها تستهلك ١٨ واط فقط ولكنها تعطي شدة الإضاءة نفسها التي يعطيها مصباح متوهج قدرته ٧٥ واط . ويمكن إتباع هذا الأسلوب في كثير من الاستخدامات للأجهزة الكهربائية مما سيخفض إستهلاك الكهرباء بنسبة

كبيرة ، وبالتالي عدم استخدام الوقود بالصورة الموجود عليها الآن ،
ويترب على ذلك تقليل الانبعاثات الكربونية .

(ب) أعداد السيارات الموجودة بالعالم الآن تنفث إلى الجو سنوياً حوالى ٦٠٠ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون أى حوالى ١٠٪ من إجمالى التلوث من الوقود الأحفوري ، وسوف تزيد هذه الانبعاثات بحلول القرن الحادي والعشرين لزيادة أعداد السيارات ، ولكن بتطوير نماذج السيارات وتثبيت عددها بأقصى حد ممكن وذلك بتحسين النقل الجماعي أو استخدام الدراجات فى المسافات القصيرة كما فى بعض الدول المتقدمة ، فإن نسبة هذه الانبعاثات الناتجة عن السيارات ستقل كثيراً .



شكل (١٢) سيارة تسير بالطاقة الشمسية

(جـ) استخدام الطاقات النظيفة سيساعد على خفض الانبعاثات الكربونية إلى الهواء الجوي بنسبة كبيرة جداً . فالرياح مثلاً هي إحدى مصادر الطاقة المتجددة والتي يمكن تطويرها لإنتاج الكهرباء المستخدمة فى كثير من نواحي الحياة المختلفة . فمزارع الرياح (تجمعات طواحين الهواء التى تعمل بطاقة الرياح) بدأت فى الظهور فى كثير من البلدان ، فقد أنتجت فى ولاية كاليفورنيا وحدها سنة ١٩٨٩م حوالى بليون كيلواط/ساعة * فى حين كانت تكلفتها الاقتصادية زهيدة جداً . وبحلول منتصف القرن الحادى والعشرين يمكن لطاقة الرياح أن تمدنا بحوالى ١٠٪ من الكهرباء المستخدمة فى العالم .

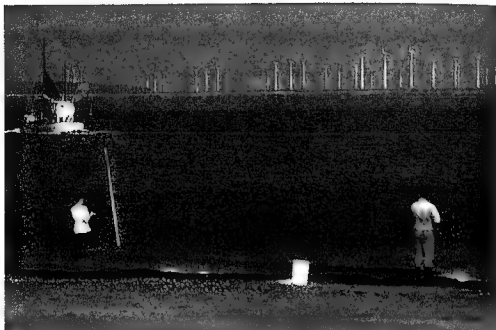
(د) هناك أيضاً استخدام الكتلة الحيوية كمصدر للطاقة النظيفة ، فيمكن استخدام القمامة كمصدر لهذه الطاقة . ففى بعض البلاد النامية أمكن الحصول على الطاقة من الكتلة الحيوية مع الأخذ فى الاعتبار تحذير بعض العلماء من أنها تنفث للهواء بكميات كبيرة من الملوثات ، ولكن بإدارة الحذرة الدقيقة والتحويل الفعال يمكن القيام بدور كبير فى إنتاج الطاقة من القمامة بدلاً من الوقود الأحفورى كما أنها تتميز برخص تكاليفها . وعند استخدام بلاد كثيرة للكتلة الحيوية كوقود ، كانت الملوثات التى تنطلق للغلاف الجوى أقل بكثير من تلك التى تنطلق نتيجة استخدام الوقود

مقالة عن طاقة الرياح - مجلة فورم ، يونيو ١٩٨٩م روبرت لينيت .

الأحفوري . ومن أمثلة الوقود فى الكتلة الحيوية غاز الميثان المتولد عن النفايات المظمورة . كذلك أمكن استخدام الكحول الإيثيلى كوقود للسيارات كما حدث فى البرازيل حيث يستخرج حوالى ٧٢ مليون برميل كحول إيثيلى من قصب السكر سنوياً فيوفر ٦٠٪ تقريباً من وقود السيارات هناك . كما قامت الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٩٨٨م باستخراج ٢٠ مليون برميل كحول إيثيلى من مخلفات نبات الذرة . وذلك بالطبع يعمل على تخفيض الانبعاثات الكربونية بدرجة كبيرة للغلاف الجوى ، كذلك تم إنتاج الوقود الكحولى من مصادر أخرى مثل النفايات الزراعية والمنزلية .

كما توجد مصادر للطاقة الحرارية الأرضية فى بلاد كثيرة أمكن استغلالها فى توليد الكهرباء ، وهى طاقة نظيفة وغير مكلفة ، وفى نفس الوقت لا ينبعث عنها أى ملوثات للغلاف الجوى .

(هـ) الطاقة الشمسية وهى أفضل مصادر الطاقات المتجددة وأنظفها ، وقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا الغربية رائدتان فى هذا المجال . فقد تم الحصول على الكهرباء تجارياً سنة ١٩٨٤م حيث أمكن تحويل ٢٢٪ من ضوء الشمس إلى كهرباء ، كما استخدم الغاز الطبيعى كمصدر للطاقة عند غياب الشمس ، وفى السويد استخدم هذا النوع من الطاقة فى إضاءة المدن ، وفى دولة الإمارات العربية المتحدة استخدمت فى إضاءة مصابيح الإنارة بالشوارع ، وفى الكويت تمت محاولات ناجحة لذلك

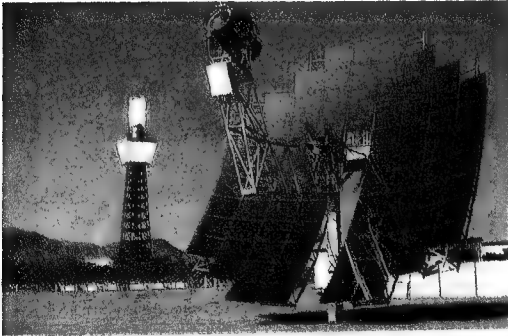


شكل (١٣) مزارع الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية

ولكنها على ما يبدو توقفت مؤقتا بعد الغزو العراقي لدولة الكويت . وقد تقدمت مصر كثيرا في هذا المجال .

وقد أمكن استخدام الخلايا الشمسية التي تحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة وبذلك يتم الحصول على الكهرباء في المناطق النائية بتكلفة قليلة وبدون ملوثات ، ونحن نرى الآن استخدامات عديدة للطاقة الشمسية مثل

السخانات الشمسية لدرجة أمكن معها تكييف المنازل والمدارس ، وقد حباننا الله في البلاد العربية بكمية وافرة من ضوء الشمس قلما توجد فى أى مكان بالعالم ، وعلينا أن نستغلها الاستغلال الأمثل لبناء محطات كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية تعمل بالطاقة الشمسية ، أو باستخدام الطاقة الشمسية لتحليل الماء كهربائيا ثم استغلال الهيدروجين الناتج لتسيير السيارات ، وبذلك نحصل على مصادر متجددة للطاقة النظيفة التى لا يحدث منها أى انبعاثات كربونية للهواء الجوي .



شكل (١٤) استخدام الطاقة الشمسية فى توليد الكهرباء

(و) لو نظرنا إلى مجموعة الغازات الكلوروفلوروكربونية نجدها تسبب ٢٤٪ تقريباً من التأثير الصوبى ، لذلك فالاستغناء عنها هو أول خطوة لإبطاء ارتفاع معدل درجة حرارة جو الأرض . وقد بدأت بعض الدول فعلاً بالاستغناء عن هذه الغازات فى رشاشات الأيروسول ، وبدأت الجهود الدولية لتقييد أو الحد من استخدامها تؤتى ثمارها . وكان بداية ذلك مؤتمر مونتريال عام ١٩٨٧م والذي عقد من أجل هذا الغرض .

وليس المهدف من الاستغناء عن هذه الغازات هو إبطاء تسخين جو الأرض فقط ، ولكن أيضاً لحماية طبقة الأوزون السراتو سفيرى التى تحمي الأرض من مرور الأشعة فوق البنفسجية إلا بقدر معين ، وقد حاولت كثير من الدول استبدال هذه الغازات بغازات أخرى ليس لها التأثير الصوبى أو التأثير على طبقة الأوزون ، ونشرت وكالة **London Press Service** أخيراً ، أن مجموعة من الباحثين البريطانيين تمكنوا من ابتكار غاز جديد يستخدم فى التبريد لا يضر بطبقة الأوزون وليس له تأثيرات صوبية ، بديلاً عن غازات الكلوروفلوروكربون . وتمثل عملية إنتاج الغاز الجديد والذي يسمى **KLEA 1340** بخطوتين تفاعليتين ثلاثى كلوريد الإيثيلين ومحلول صناعى مع غاز فلوريد الهيدروجين ، وقد تم استخدام هذا الغاز الجديد فى بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان .

(س) هناك وسيلة هامة لتقليل الانبعاثات الكربونية للغلاف الجوى ، وهى التشجير ، واستغلال الغابات لتعمل على امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون ، فالأشجار المزروعة هى خير وسيلة للتخلص من تراكم الغاز ،

وقد نفذ هذا المشروع فعلاً فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وجواتيمالا لموازنة غازات الكربون المنبعث من محطات الطاقة . وقد قدر العلماء أن عدم إزالة الغابات ولو فى أربعة دول فقط مثل البرازيل وأندونيسيا وكولومبيا وساحل العاج يمكن العالم من خفض الانبعاثات الكربونية بما يزيد عن ٢٠٪ تقريباً ، فإزالة الغابات الاستوائية تضيف كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون للهجو (الذى كان سيستخدم فى عملية البناء الضوئى) ربما تعادل ما ينبعث إلى الهواء الجوى من احتراق الوقود الأحفوري . فالبرازيل مثلاً تسهم بحوالى ٣٣٦ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنوياً نتيجة لإزالة الغابات بها ، أى ما يزيد على ستة أمثال ثاني أكسيد الكربون المنبعث فيها نتيجة حرقها للوقود الأحفوري* كذلك إندونيسيا وكولومبيا تشبهان إلى حد كبير البرازيل فى ذلك . ويقول علماء الوكالة الأمريكية لحماية البيئة أن تثبيت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون فى الجو عند المستوى الحالى يستلزم خفض الانبعاثات الكربونية بنسبة تقارب ٥٠-٨٠٪ مما هى عليه الآن .

وهذا كاف ليس لإيقاف التغير المناخى المنتظر ولكن فقط لإبطائه ، وبالطبع ستشمل تأثيرات ارتفاع معدل درجة حرارة جو الأرض جميع الكائنات الحية ، فسوف تختفى كثير من الحشرات التى لا يمكنها التأقلم مع الحرارة المرتفعة

* ارتفاع درجة حرارة الأرض مسؤولة عن زيادة لابلاته - الدول الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١م كريستوفر فلانين .

فى حين تتحول حشرات أخرى . وسوف يؤدي الازدياد فى معدل درجة حرارة
جو الأرض إلى انخفاض الإنتاج الغذائى مما سيزيد عليه ظهور أمراض سوء التغذية
خاصة فى البلدان الفقيرة ، وسوف تنتشر الأوبئة فى مناطق لم تكن موجودة فيها
من قبل ، ومن بين الأمراض المفترض انتشارها فى العالم مرض الملاريا وكذلك
الحميات المنتشرة الآن فى المناطق الاستوائية .

التلوث الناتج عن السيارات والطائرات

ان اختراع السيارة يعتبر من أروع الأحداث في تاريخ البشرية ، فهي من أحسن وسائل النقل التي حققت للإنسان حرية الحركة والانتقال* وأصبحت غاية كل إنسان أن يدفع الثمن الغالي لاقتنائها ، إلا أنه لا يدفع ذلك فقط ولكنه يدفع أيضا من صحته وأعصابه وسلامته يبعثه ، خاصة بعد أن اكتظفت الشوارع والطرق بسيارات ذات أشكال وأحجام متنوعة للدرجة أن أصبحت المدن مزدحمة إلى حد الإختناق . بيد أن مشكلة الإزدحام يمكن حلها بإنشاء الطرق السريعة والكبارى والأنفاق ومواقف السيارات المتعددة الأدوار .. الخ . ولكن هناك مشكلة أكبر وأعمق من مشكلة الإزدحام تمس حياة كل إنسان ألا وهي مشكلة تلوث الهواء الجوي بعوادم هذه السيارات .

* تلوث البيئة ، لمبة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب - الكويت ١٩٨٤ د. محمد عبدالسلام عراقي ، د. عبدالنعم مصطفى مصطفى .

وتعتبر عوادم السيارات من أكبر ملوثات البيئة ، فمن خلالها ينطلق :

- غاز ثانى أكسيد الكربون الذي يزيد من نسبة الغازات الصوبية فى الجو ويسبب تكون الضباب الدخانى ، فعند عمل محركات السيارات يحرق الوقود ويتأكسد إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وباقى الملوثات ، وبعض الجزيئات العضوية الداخلة فى تكوين الوقود والتي لم تتأكسد أكسدة تامة ، تنطلق كلها إلى الغلاف الجوى ، وعند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية يحدث بين مكونات هذه المواد تفاعل كيميائى ينتج عنه الضباب الدخانى الذي يبقى معلقاً فى الهواء مسبباً تكون سحابة منه فوق المدن ، ويعمل على الإصابة باحتقان الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسى والسعال ، وقد يؤدى إلى الإختناق والوفاة . وتعتبر مدينة القاهرة من أكثر المدن فى الشرق الأوسط التى يظهر فى أجوائها الضباب الدخانى .

- أكاسيد النيتروجين التى تتفاعل مع بعض مكونات الغلاف الجوى مكونة الأمطار الحمضية . وأهم هذه الأكاسيد أول أكسيد النيتروجين NO وثانى أكسيد النيتروجين NO_2 ، ويوجدان فى الجو بنسبة ٣.٤ جزء فى البليون ولكن تركيزهما يزداد فى هواء المدن المزدحمة بالسيارات لانطلاقهما مع العوادم نتيجة احتراق الوقود عند تشغيل المحركات . وعند درجات الحرارة المرتفعة تتحول جزيئات الأكسجين العادى إلى أكسجين ذرى

حيث يتفاعل الأخير مع غاز النيتروجين مكونا غاز أول أكسيد النيتروجين
ونيتروجين ذرى يتفاعل بدوره مع الأكسجين العادى ليكون غاز أول
أكسيد النيتروجين أيضا .



وقد بلغ وزن غازات أكاسيد النيتروجين الناتجة عن عوادم السيارات
حوالى ١٧ مليون طنا عام ١٩٦٨ فقط* ، وبالطبع فإن هذه الكمية
إزدادت الآن كثيرا عن ذلك . وهذه الأكاسيد سامة لأنها عندما تدخل
مع هواء التنفس إلى الرئتين تتحول إلى حمض النيتريك وتحدث التهابات
رئوية .

- غاز أول أكسيد الكربون الذي يتصاعد نتيجة احتراق الوقود فى محركات
السيارات ، ومن المعروف أن عوادم السيارات هى المصدر الرئيسى لتلوث
الهواء بهذا الغاز ، وتتناسب كمية الغاز المنطلقة تناسباً عكسياً مع سرعة
السيارة ، فكلما زادت سرعتها قلت نسبة الغاز المنطلق للهواء الجوى

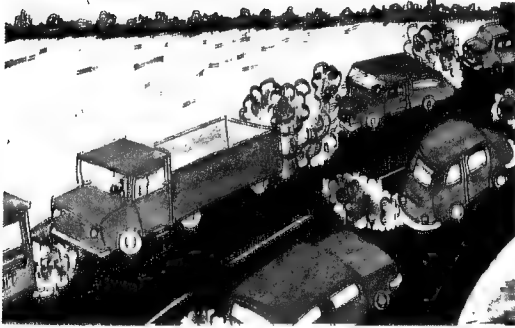
* نمر بهمة الفضل - مقامهم فضايًا - استراتيجيات - دار الثقافة للدراسة قطر ١٩٨٥ د. سعيد الحمار .

والعكس صحيح ، لذلك فإن تركيز أول أكسيد الكربون داخل المدن أكثر منه فى الطرق الخارجية (السريعة) .

ولهذا يتصف هواء المدن المزدحمة بالسيارات مثل نيويورك والقاهرة ولندن وباريس باحتواء أجوائها على هذا الغاز ، وقد تصل نسبته فى مدينة القاهرة فى أوقات الذروة إلى ٤٠٠ جزء من المليون . ولك أن تتصور خطورة ذلك إذا علمت أن قدرة نقل غاز الأكسجين بواسطة هيموجلوبين كرات الدم الحمراء تقل بمعدل ١٥ ٪ عندما يتعرض الإنسان لمدة نصف ساعة لجو يحتوى على ٣٠٠ جزء فى المليون من غاز أول أكسيد الكربون ، ويسبب هذا الغاز أعراضاً مرضية شديدة مثل الصداع والغثيان وآلام المعدة وارتخاء العضلات وفقد الوعي ثم الموت .

- غاز ثانى أكسيد الكبريت ينطلق إلى الغلاف الجوى منع عوادم السيارات وذلك لأن وقود السيارات يحتوى على نسبة من الكبريت (تختلف هذه النسبة من بلد لآخر) . ولذلك يتفاعل الأكسجين مع الكبريت داخل المحرك مكوناً أكاسيد الكبريت التى تنطلق إلى الهواء الجوى مسببة تلوثه ، كما أن هذه الأكاسيد تتفاعل مع بخار الماء والأكسجين (من مكونات الهواء الجوى) مكونة حمض الكبريتيك الذى يسبب أضراراً جسيمة بالمتعلكات كما يسبب التهابات خطيرة فى الجهاز التنفسي .

ويحتوى هواء المدن المزدحمه على نسبة عالية من غاز ثاني أكسيد الكبريت
الذى يذوب فى بخار الماء الجوى مكونا الضباب الحمضى الذى يقوم بدور
فعال فى التأثير على المباني والآثار والمنشآت .



شكل (١٥) هوام السيارات تلوث الهواء الجوى

- ينطلق الرصاص أيضا إلى الهواء الجوى على هيئة أكاسيد وكربونات ويتسبب
الرصاص على النباتات ويسقط على الأغذية ومنها ينتقل إلى الإنسان وبقيّة

الكائنات التى تتغذى على هذه النباتات ، كذلك يصل الرصاص إلى الأجهزة التنفسية للكائنات الحية فيسبب الكثير من الضرر .

وقد وجد أن كميات الرصاص التى تنطلق إلى جو المدن المزدهمة بالسيارات تزيد عن المعدل الطبيعى المسموح به عالمياً وهذا يرجع إلى إضافته للوقود لتحسين كفاءة البنزين المستخدم فى السيارات ، ولهذا أجريت بحوث عديدة انتهت بإضافة مادة رابع إيثيلات الرصاص **Lead tetra Ethyl** بكميات صغيرة للبنزين ، حيث ثبت أن هذه المادة تحقق رفع نسبة الإنضغاط للغازات الهيدروكربونية مع الهواء الجوى قبل احتراقها بواسطة الشرارة الكهربائية ، لأنها ترفع رقم أوكتين البنزين* ويترتب على ذلك أن تقل ظاهرة الخبط والفرقة **Back fire** فى البنزين المضاف إليه رابع إيثيلات الرصاص ، وأصبحت هذه الإضافات من العوامل الأساسية فى تطوير السيارات حيث ساعدت على زيادة معدلات الإنضغاط العالية وبالتالي قوة وسرعة السيارة .

ويظن البعض أن السيارات التى تعمل بمحركاتها بالديزل أكثر تلويثاً للبيئة من تلك التى يستعمل البنزين فيها كوقود ، والحقيقة ليست كذلك فالسيارات التى تعمل بالديزل كوقود تسبب نسبة ضئيلة من التلوث بأول

* رقم الأكتين هو مقياس عددي يميز عن الخصائص المانعة للخبط والفرقة فى الوقود ، وكلما زاد هذا الرقم

تحسنت خواص احتراق البنزين .

أكسيد الكربون ولكن انبعاث أكاسيد النيتروجين يكون أكثر بعض الشيء عن الأخرى التي تعمل بالبنزين ، كما أن وقود الديزل أقل تطايراً من البنزين ولذلك تقل الكمية المنبعثة إلى الغلاف الجوى بواسطة عملية التبخير ، فالعادم الناتج من مركبات الديزل يسبب مشكلة للإنسان فى الدخان والرائحة المنطلقة للهواء فقط . والأهم من ذلك أن وقود الديزل لا يحترق على إضافات من الرصاص ولذلك لا ينبعث مع العادم أى مركبات للرصاص مما لا يسبب تلوث البيئة بهذا الملوث الخطر .

- مشتقات البنزوبيرين Benzopyrine وهى تنشأ عن الاحتراق غير الكامل فى محركات السيارات وخاصة تلك التى يستعمل فيها المازوت (الشاحنات) ومشتقات البنزوبيرين مواد خطره تسبب مرض السرطان بالجلد والجهاز التنفسى .

- مادة الكادميوم المضافة للمطاط عند صناعته والتى تبعث للهواء الجوى نتيجة احتكاك الإطارات بأسفلت الشوارع فتنتشر مسببة الأمراض (سبق الحديث عن الكادميوم فى فصل سابق) .

- مادة الأميانث التى تدخل فى صناعة الكوابح (الفرامل) والتى تتصاعد إلى الغلاف الجوى نتيجة تآكل كوابح السيارات بتأثير الاحتكاك حيث يسقط غبار هذه المادة على الأرض ويتطاير فى الهواء ليستنشقه الإنسان عن طريق الجهاز التنفسى فيدخل للرئتين مسببا حثوث سرطان القصبة الهوائية .

ولا يقتصر ضرر التلوث من السيارات على ما سبق ذكره ، ولكن هناك التلوث الصوتي (الضوضائي) وتأثيراته السيئة على الكائنات الحية عموما خاصة على صحة الإنسان وجهازه العصبي حيث يجعل سكان المدن في حالة توتر وقلق ... وسوف نتحدث عن ذلك بالتفصيل في فصل قادم .

ومما يزيد من خطورة هذه الملوثات أنها تنطلق في الطبقة السفلية من الغلاف الجوي التي توجد بها الكائنات الحية ولذلك تنطلق بسرعة إلى أجسامها وتفسد المنشآت .

ولو علمنا أن السيارة للتوسطه الحجم تطلق كمية من العادم تقلر بمحاول ٢٠ مترا مكعبا كل ساعة * لنا أن نتخيل الكميات الهائلة من المواد الملوثة للغلاف الجوي التي تنطلق من السيارات وكم هي نقمة على البشرية بقدر ما هي مفيدة ولا نستطيع الاستغناء عنها .

وبينما تقوم السيارات بتلويث البيئة وخاصة طبقة الهواء القريبة من الأرض تعمل الطائرات على تلويث الهواء في طبقة الستراتو سفير حيث تطلق هي أيضا كميات كبيرة من الملوثات الغازية والصلبة أهمها أكاسيد النيتروجين التي تتفاعل مع غاز الأوزون بهذه الطبقة مسببه تدميرها ولنا أن نتصور مدى خطورة ذلك حيث إن هذه الطائرات خاصة الأسرع من الصوت تطير في طبقة الستراتو سفير .

* بيئة الإنسان - دراسة في مشكلات الإنسان مع بيئته ، دار البحوث العلمية - الكويت ، ١٩٩٢ . زين الدين عبدالقادر .

وقد أمكن فى الطرازات الحديثة من السيارات التحكم إلى حد كبير فى منع انطلاق الهيدروكربونات من محركاتها باستخدام نظام يعيد هواء التهوية إلى مدخل المحرك بدلا من طرده للهو .

وليس من المرجح أن تصبح السيارة الكهربائية إقتصادية فى القريب العاجل حيث إنها تحتاج إلى أجهزة أكثر فعالية فى اختزان وتخويل الطاقة الكهربائية كأنواع جديدة من البطاريات وخلايا الوقود . كذلك إجراء تحسينات على وسائل التحكم والمحركات الصغيرة ، لذلك فالسيارات الكهربائية تستخدم فى بعض الأغراض الخاصة ولمسافات قصيرة .

وللحد من كمية الملوثات المنبعثة مع عوادم السيارات يجب مراعاة مايلى :

١ - أن يتم الكشف على السيارات قبل الترخيص باستعمالها أو تجديد رخصتها .

٢ - مطابقة السيارات المستوردة للمواصفات المعمول بها فى الدول المنتجة من حيث تزويدها بأجهزة الإقلال من الملوثات الغازية المنبعثة مع العادم وذلك من خلال :

- تزويد السيارات بوسائل تعيد البنزين الذى لا يحترق إلى المحرك ثانية ليتم احتراقه ، وذلك بضخ كمية زائدة من الهواء مع الوقود فى المحرك فينتج عن ذلك ارتفاع كفاءة الاحتراق ليعمل على إزالة كثير من الملوثات .

- ضخ الهواء فى مجموعة العادم حيث درجة الحرارة فى هذه المنطقة عالية جداً ، فيحترق الوقود غير المحترق عندما يختلط بالهواء .

- وضع شمعة احتراق (بلاك) فى مجموعة مجرى العادم ، فتعمل الشرارة الصادرة من الشمعة على إشعال غازات العادم والوقود غير المحترق . ومن الغازات التى تشتعل أول أكسيد الكربون الذى يتحول إلى غاز ثانى أكسيد الكربون الأقل خطورة .

٣ - الاتجاه إلى إستخدام أنواع جديدة من الوقود مثل الغاز الطبيعى ، وهو أقل تلويثا للبيئة من البنزين ، وكذلك إستخدام الكحول كما فى البرازيل وذلك لتقليل الملوثات المنبعثة للهواء الجوى .

٤ - تطوير السيارة الكهربائية التى تعمل بالطاقة الشمسية وقد أنتجت بعض شركات السيارات مثل B.M.W ، ورينو هذه السيارة وتم تجربتها وهى الآن تحت التطوير . التوسع فى عملية تشجير المدن حيث أن الأشجار تعمل كمصافى للملوثات التى تنطلق من عوادم السيارات .



شكل (١٦) السيارة الكهربائية

تدمير طبقة الأوزون

﴿ وجعلنا السماء سقفا محفوظا وهم عن آياتها معرضون ﴾
﴿ الأنبياء ٣٢ ﴾

* مقدمة

عقد مؤتمر مونتريال بكندا فى سبتمبر ١٩٨٧م تحت رعاية الأمم المتحدة ، حيث وقعت ٤٩ دولة على وثيقة تم بمقتضاها تخفيض إنتاج المواد الكيميائية التى تسبب فى تدمير طبقة الأوزون . ومنذ ذلك اليوم عرف العالم لأول مرة كيف يهتم رجال السياسة بأمر البيئة ، وبالطبع لم يكن ذلك مبادرة منهم ولكن كان بضغط وإلحاح من علماء البيئة ، وكانت هذه هى بداية الصحوه العالميه لمواجهه الأخطار التى تحيق بالحياة على الأرض . وقد عقد قبل هذا المؤتمر اجتماع تمهيدى بفيينا فى مارس ١٩٨٥م لمناقشة هذه المشكله أيضا .

فما السبب ياترى لعقد مثل هذه المؤتمرات الدولية ؟

كانت بداية للمشكله عام ١٩٨٢م عندما إكتشفت بعثه علميه بريطانيه نضوب غاز الأوزون فوق القارة القطبيه الجنوبيه (إنتاركتيكا) ولاحظوا أن هذا

النضوب يحدث فى الربيع بعد عودة الشمس عقب الليل القطبى الطويل ثم يعود إلى وضعه الطبيعى فى الصيف (نشر هذا الخبر فى مجلة Nature فى مايو ١٩٨٥ لأول مرة) ، وأطلقوا على هذا النضوب " ثقب الأوزون " . وكان مساحة تعادل مساحة الولايات المتحدة الأمريكية . واعتقد العلماء أن نضوب الأوزون يرجع لزيادة فى نشاط البقع الشمسية بهذه المنطقة ، إلا أنهم سرعان ما اثبتوا بالبرهان أن نضوب الأوزون إنما يرجع للتلوث الهوائى . وقد توالت البعثات العلمية التى أرسلتها وكالة (NASA *) للفضاء إلى القارة القطبية الجنوبية والتى أكدت وجود الثقب وأثبتت أنه ناتج عن وجود ذرات الكلور فى طبقة الستراتوسفير ، وهذه الذرات ناتجة عن تحلل غازات الكلوروفلوروكربون (C.F.C) حيث تقوم بتحطيم جزيئات الأوزون بدرجة كبيرة .

بدأت الدراسات فى ربط العلاقة بين مركبات الكلوروفلوروكربون وبين وجود هذا الثقب ، وكان هناك تطابقا فى النتائج التى توصل إليها فريق العمل البريطانى وما قام به فريق العمل فى وكالة (NASA) وهذه النتائج هى بداية اهتمام العالم بالمشكلة . فلماذا أثيرت كل هذه الضجة حول الثقب ؟ ولماذا اعتبر مشكلة عالمية ؟ وما هى الاحتياطات الواجب اتخاذها لتقلل من هذا الخطر المدمر ؟

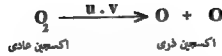
* (NASA) هو اختصار لإسم وكالة إبحاث الفضاء الأمريكية National Aeronautics and Space Administration

• الأوزون (O_3)

الأوزون غاز أزرق باهت سام ، ذرّاتة مميزة ، يتكون جزئيه من ثلاث ذرات أكسجين " O_3 " وهو يتكون بشكل طبيعى نتيجة التفريغ الكهربائى الناتج عن البرق أو بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأكسجين العادى فى طبقة الستراتوسفير ، كما يتكون من جراء نشاطات الإنسان فى طبقة التروبوسفير بواسطة التفاعلات الكيميائية .

ومن حكمة الله سبحانه وتعالى أنه إذا وجد الأوزون فى طبقة التروبوسفير يكون ضاراً بالحياة ، بينما وجوده فى طبقة الستراتوسفير أمر ضرورى لحماية الحياة واستمرارها فى الأرض ، ومن المعروف أيضاً أن التلوث الهوائى يعمل على زيادة غاز الأوزون فى طبقة التروبوسفير ونقصانه فى طبقة الستراتوسفير .

وكما نعلم فالأوزون التروبوسفيرى يتكون نتيجة سلسلة تفاعلات كيميائية من إنبعاثات المواد الهيدروكربونية وأكاسيد النتروجين المنطلقة بعوادم السيارات وغازات الأنشطة الصناعية ، والأوزون غاز صلب بالإضافة لتأثيراته السمية على الكائنات الحية كما علمنا فى فصل سابق . بينما يتكون الأوزون فى طبقة الستراتوسفير نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأكسجين الجوى حيث تتحلل بعض جزيئاته بتأثير هذه الأشعة إلى ذرات نشطة ، ثم تتحد بعض هذه الذرات مرة أخرى مع جزيئات الأكسجين العادى مكونة غاز الأوزون .



من ذلك نرى أن الأوزون يقوم بدورين مختلفين تماماً في التغير البيئي العالى ، أحدهما في طبقة التروبوسفير القريبة من الأرض كغاز صوبى ومصدر تلوث يؤثر على الكائنات الحية والثانى فى طبقة الستراتوسفير كدرع واقى من الأشعة فوق البنفسجية ، فهو يقوم بحماية سطح الأرض منها ويعمل عمل المرشح (الفلتر) حيث لا يسمح إلا بمرور نسبة قليلة من هذه الأشعة إلى الأرض كما قلرها الله سبحانه وتعالى والتي لو وصلت بنسبة أكبر من ذلك أو كلها لهلكت الكائنات الحية .

وتقدر كمية الأوزون الموجودة فى طبقة الستراتوسفير بحوالى ٤-٥ بلايين طن . وهو ينتشر فى طبقة إرتفاعها من ٢٠-٥٠ كيلومترا عن سطح الأرض ولو وجدت هذه الطبقة بالقرب من سطح الأرض وتحت الضغط الجوى العادى لبلغ سمكها ٣ ملليمترات فقط !!

ويستخدم غاز الأوزون فى الصناعة كمادة للتبييض ومبيد للجراثيم ولهذا يستخدم فى تعقيم مياه الشرب وأحواض السباحة ، وهناك العديد من المواد التى

تعمل على تدمير طبقة الأوزون من أهمها غازات الكلوروفلوروكربون وأكاسيد النيتروجين والتفجيرات النووية وصواريخ الفضاء وكلوريد الهيدروجين ... إلخ .

* مركبات الكلوروفلوروكربون (C.F.C)

اكتشف هذه المركبات مهندس بشركة جنرال موتورز يسمى " توماس هيدجلى سنة ١٩٣٠م " واستخدمها فى مكيفات الهواء بالسيارات بدلا من غازى ثانى أكسيد الكبريت والأمونيا التى كانت تسبب تآكل أنابيب أجهزة التكييف . ومركبات الكلوروفلوروكربون تتكون من الكلور والفلور مرتبطة ببعضها بقوة لتكون جزيئات حاملة كيميائيا فى الظروف العادية تسمى تجاريا بالفلورونات لا تشتعل ، غير سامه ، يسهل تخزينها لثباتها الكيميائى ، رخيصة الثمن ، لا تتفاعل مع الأكسجين ولا تؤثر على الكائنات الحية ، ولذلك تستخدم فى علب الرش (الأيروسولات *) ، كما تستخدم كمذيبات لتنظيف الدوائر الكهربائية ، كما أنها تستخدم فى صناعة رغاوى الحرائق ** وإسفنجة العزل كمادة ممتصة للصوت فى الحوائط ، وفى صناعة أكواب الشاي التى تستخدم لمرة واحدة ، وفى علب الهامبرجر ، محلات الوجبات السريعة . وتنطلق من هذه المركبات إلى الجو كميات

* كلمة ايروسول تطلق على العلب التى تخب ما بداخلها على هيئة قطرات صغيرة جداً (ضباب) ومع أن معنى الكلمة يختلف عند العلماء عنه عند عامة الناس ، لذلك سوف نستخدم عليه الرض بدلا من كلمة ايروسول .
** ثقب الأوزون - مركز النشر بجامعة القاهرة ١٩٩١ تأليف جون جرين ترجمة د. أحمد مستجير .

هائلة تُمثل محتوى علب الرش حوالى ٧٥٪ منها ، كما تُمثل الفريونات التى تستخدم فى المكيفات (خاصة أجهزة تكييف السيارات) حوالى ١٥ ٪ . وتبقى هذه المركبات فى الهواء الجوى لثباتها الكيميائى ، وحيث لا يوجد فى طبقة التروبوسفير ما يؤثر عليها ، فينتقل أغلبها مع حركة الهواء إلى طبقة الستراتوسفير ، وتقدر الكميات التى تنفث منها إلى الغلاف الجوى سنويا بأكثر من مليون طن .

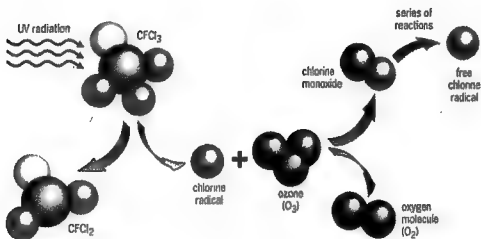
وأشهر هذه المركبات غاز الفريون - ١١ (CFCl_3) ، الفريون - ١٢ ($\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_2$) ومنها أيضا مواد أخرى كثيرة مثل الفريون - ٢٢ (CHCl_2F_2) والفريون ١١٣ ($\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2$) .

وقد قدر العلماء أنه يمكن للفريون - ١١ أن يبقى ثابتا فى الجو لمدة ٧٥ سنة ، الفريون - ١٢ يبقى لمدة ١١٠ سنة ولذلك سيظل تأثير هذه المركبات لنهاية القرن القادم حتى إذا أوقفنا استخدامها الآن وبالتالى سيستمر استنزاف طبقة الأوزون ، وقد حظرت بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية والسويد وكندا والنرويج ودول السوق الأوروبية المشتركة ومصر استخدام هذه المركبات فى علب الرش واستبدلتها بمواد أخرى يكتشف منها الجديد كل يوم .

ولكن كيف تؤثر غازات الكلوروفلوروكربون على طبقة الأوزون ؟

من دواعى العجب أن حمول مركبات الكلوروفلوروكربون هو السبب الرئيسى الذى يجعلها مزرعة بالنسبة للأوزون فى طبقة الستراتوسفير ، فعندما تصل

هذه المركبات إلى ارتفاع حوالى ٣٠ كيلومتراً من سطح الأرض حيث يبلغ تركيز الأوزون ذروته فإن جزيئاتها تصبح عرضة للأشعة فوق البنفسجية ذات الأطوال الموجية بين ٢٠٠-٢٢٠ نانومتر* والتي تحللها إلى مكوناتها من الكلور والفلور فى الحالة الذرية النشطة ، وينطلق الكلور منها مسبباً خطراً كبيراً على الأوزون بهذه الطبقة .



شكل (١٧) تحلل الأوزون بواسطة مركبات الكلوروفلورو كربون

* النانومتر = (١ + بلون من المتر) = ١٠^{-٩} متر

وقد كان غاز الكلور نادراً فى طبقة الستراتوسفير حتى وقت قريب ، ولكن نظراً لنشاطات الإنسان زادت نسبته وأخل بالاتزان الموجود فى الطبيعة . ويعتبر تفاعل الكلور الناتج من مركبات الكلوروفلوروكربون مع الأوزون هو السبب الأول لاستنزاف الأوزون فى طبقة الستراتوسفير كما يتضح من الشكل (١٧) .

١ - يتحطم جزئ الكلوروفلوروكربون بواسطة الأشعة فوق البنفسجية فى طبقة الستراتوسفير حيث تنطلق ذرات الكلور فى الحالة الذرية النشطة وتكون حرة الحركة .

٢ - تنطلق ذرة الكلور النشطة نحو جزئ الأوزون حيث تحطمه وتتحد بذرة أكسجين منه تاركة جزيئاً من الأكسجين وتحول ذرة الكلور إلى أول أكسيد الكلور .

٣ - يتفاعل أول أكسيد الكلور مع ذرة أكسجين ذرى ناتجة عن تكسير جزئ أوزون ليكون جزئ أكسجين وذرة كلور حرة (لأن قوة الجذب بين ذرتي الأكسجين أكثر من قوة الجذب بين ذرة الكلور وذرة الأكسجين ولذلك تنطلق ذرة الكلور) .

٤ - تهاجم ذرة الكلور الحرة مرة أخرى جزئ الأوزون محولة إياه إلى أكسجين عادى وذرة من الأكسجين النشط وتكون المحصلة النهائية أن يتفكك غاز الأوزون إلى أكسجين .

وتتكرر هذه العملية حيث يقدر ما تحطمه ذرة الكلور الناتجة عن تحطم
جزئ من الكلوروفلوروكربون بمائة ألف جزئ من الأوزون . وقد بينت الأبحاث
والدراسات أن الكلور يحطم الأوزون بسرعة كبيرة ، ولما كانت ملايين الأطنان من
مركبات الكلوروفلوروكربون تنطلق إلى الفضاء ، فمن المحتمل أن تستمر هذه
العملية التحطيمية في القرن الحادى والعشرين حتى لو توقف استعمال وانطلاق
هذه المركبات الآن .

ويرجع عدم تحلل مركبات الكلوروفلوروكربون فى طبقة الستراتوسفير إلى
أنها لا تمتص الإشعاعات ذات الأطوال الموجية المؤثرة بسبب وجود طبقة الأوزون
التي تحمي الأرض من هذه الإشعاعات فى حين تتعرض وتتأثر بهذه الإشعاعات فى
طبقة الستراتوسفير .

وهناك عوامل كثيرة تعمل على تدمير طبقة الأوزون الستراتوسفيرى منها
أكاسيد النيتروجين والنتاج أغلبها من مصادر صناعية وكذلك من الأسمدة
النيتروجينية التي تستخدم لمساعدة النباتات على النمو .

- التفحيرات النووية التي يحدثها الإنسان على سطح الأرض والحرارة الشديدة
جداً الناتجة عنها والتي تعمل على اتحاد النيتروجين الجوى مع الأكسجين
مكونة بذلك أكسيد النيتريك الذى يعمل على تدمير طبقة الأوزون إلى
جزئيات الأكسجين العادى بينما لا يتأثر هو ويعود إلى الجو مرة أخرى
دون أن يتغير كما فى المعادلة :



- أكسيد النيتريك هذا يتكون أيضا فى الغلاف الجوى كناتج من عوادم الطائرات الأسرع من الصوت فى طبقة الستراتوسفير كما يتطلق من عوادمها أيضا كميات هائلة من بخار الماء ، وهذه الكميات تكون سحب كثيرة من بلورات الثلج تعكس حرارة الشمس بعيداً فلا تصل إلى طبقة التروبوسفير وبالتالي تؤثر على مناخ الأرض .

- كما أن شق الهيدروكسيل (OH -) الناتج عن تحليل بخار الماء يدخل فى سلسلة من التفاعلات موديا إلى تحليل الأوزون أيضا .

وتشير الأبحاث إلى أن استخدام الأسمدة والمخصبات الكيميائية ينتج عنها أكاسيد النيتروجين والتي تؤثر أيضا على الأوزون فى طبقة الستراتوسفير . ولا يقتصر انطلاق أكاسيد النيتروجين على الأسمدة الكيميائية بل تنطلق أيضا مع عوادم السيارات ونتيجة لعمليات الاحتراق ، وكلها تساعد إلى طبقة الأوزون الستراتوسفيرى مسببه تدميره . وقد بلغت نسبة هذه الأكاسيد فى الغلاف الجوى ٣٠٤ جزئى فى البليون عام ١٩٨٤ . ولكن هذه النسبة تزداد سنة بعد أخرى . وتظل هذه الأكاسيد فى الجو حوالى ١٥٠ سنة .

- لا يقتصر الأمر على ذلك بل إن صواريخ ومكايك الفضاء تعتبر مسئولة أيضاً عن الدمار الذى تتعرض له طبقة الأوزون . فعلاوه على ما تطلقه من أكاسيد النيتروجين وبخار الماء فإن غازات الكلور ومركباته مثل غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) وهو من الغازات الناتجة عن حرق الوقود الجاف الذى يستخدم فى الصاروخ الذى يحمل المكوك حتى ارتفاع حوالى ٥٠ كيلومتراً من سطح الأرض ، وبالتالي سوف ينتشر هذا الغاز فى مسار المكوك خاصة فى طبقة الستراتوسفير ، ويتحرر الكلور أيضاً من كلوريد الهيدروجين مسبباً تدمير طبقة الأوزون .

وسوف نندهش عندما نعلم أن إطلاق مكوك فضائى واحد يتخلف عنه فى الدقيقتين الأوليين فقط ما يساوى ١٨٧ طناً من غاز الكلور ومركباته وسبعة أطنان من أكاسيد النيتروجين ، ١٨٠ طناً من أكسيد الألومنيوم ، ولك أن تتصور ما يصيب طبقة الأوزون من دمار إذا علمنا أنه فى خلال العشرين سنة الماضية فقط وصل عدد الصواريخ ومركبات الفضاء والأقمار الصناعية إلى ستة آلاف سواء المستخدمة منها فى الأغراض العسكرية أم الأغراض العلمية . ولذلك فإن الدول الكبرى مسئولة مسئولة مباشرة عن تدمير طبقة الأوزون بسبب غزو الفضاء والتفجيرات النووية وإنتاج مركبات الكلوروفلورو كربون وغيرها .



شكل (١٨) مكوك الفضاء يلوث طبقات الغلاف الجوى

* الأيروسولات والأوزون

مع أن استخدام الأيروسولات هو من أمور الترف عموماً ، ويمكن الاستغناء عنها إلا أن استخدامها انتشر انتشاراً واسعاً فى جميع مجالات الحياة .

وعلب الرش هذه تستخدم كثيرا عند استخدام محتوياتها كمزيل لرائحة العرق ،
والمبيدات الحشرية والطلاء والمطهرات وتصنيف الشعر ... الخ .

وتستخدم مركبات الكلوروفلوروكربون كمواد دافعة داخل هذه العلب
لتدفع المواد الفعالة على هيئة ضباب .. وكان أول استخدام لها عام ١٩٥٠م
وتساهم علب الرش بحوالى ٧٥٪ من غازات الكلوروفلوروكربون المنطلقة إلى
الغلاف الجوى كما سبق ذكره .

* البروم (Br_2)

عنصر البروم من الهالوجينات مثل الكلور ، ينطلق من المركبات التى
تستخدم فى مواد التدخين والتبخير ومن بعض المواد المستخدمة فى إطفاء الحرائق ،
وهو يتراكم بمعدل سريع فى الجو . ويعتقد العلماء بأنه يساهم بحوالى ١٠-٣٠٪
من أسباب تدمير طبقة الأوزون .

- وهناك المنظفات الصناعية مثل سواكل التنظيف الجاف وما ينطلق منها من
الكلور ، لذا فهى أيضا من المواد المدمرة لطبقة الأوزون . ولا يقتصر الأمر
على هذه المصادر بل يتعداها إلى أن بعض المصادر الطبيعية مثل ثورات
البراكين تساهم بقدر فى تدمير طبقة الأوزون ، فهى تطلق للغلاف الجوى
كميات كبيرة من غاز الكلور الذى يقوم بدور كبير فى تحطيم الأوزون

كما علمنا . وتشكّاتف كل هذه الأسباب لتعمل مجتمعه على تدمير هذه الطبقة الواقية .

- ومن حكمة الله سبحانه أنه بينما تقوم غازات الكلوروفلوروكربون وأكاسيد النيتروجين بتحطيم الأوزون الستراتوسفيرى تقوم غازات أخرى مثل الميثان (CH_4) بحماية الأوزون (الميثان يتفاعل مع الكلور فيقلل نسبة الكلور في الجو مما يقلل من نسبة تدمير الأوزون) .

لماذا تكون ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي ولم يتكون بنفس الدرجة فوق القطب الشمالى ؟

أشارت الأبحاث التى نشرتها وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) عام ١٩٨٨ إلى أن طبقة الأوزون أصبحت رقيقة فوق أوروبا خاصة فوق السويد وفنلندا والدنمارك ، وقد أثارت هذه الدراسات ذعراً عالمياً نظراً للكثافة السكانية العالية نسبياً والمخاطر الصحية التى يمكن أن تنتج عن ذلك .

وفى أوائل عام ١٩٨٩م شهدت منطقة القطب الشمالى سابقاً عالمياً للتأكد من ذلك ، ولقد بينت النتائج الأولية للبعثات العلمية أن هناك فعلاً تدميراً فى طبقة الأوزون ولكن ليس بالدرجة الموجودة عليها فوق القارة القطبية الجنوبية . والتفسير العلمى لذلك * هو أن التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الجسيمات الدقيقة التى

* عبارة للمنهنس محمد عبدالقادر الفقى ١٩٨٩ بمجموعة حماية البيئة الكويتية .

تشكل الغيوم القطبية الستراتوسفيرية بالقطب الجنوبي تعمل كأسطح يتم التفاعل عليها ، ويعتقد أن هذه الغيوم تسهل تحطيم أول أكسيد الكلور وثاني أكسيد الكلور فينبطق الكلور منهما ويزداد تركيزه وبالتالي يعمل على تدمير طبقة الأوزون .

وهذا لا يحدث بالطبع في القطب الشمالي ، وذلك لدفع الجو نسبياً ، وبالتالي لا تتكون تلك الغيوم في أعلى الجو بالقطب الشمالي .



شكل (١٩) السحب الثلجية الستراتوسفيرية والتي تساعد على تدمير الكلور لطبقة الأوزون

* المخاطر الناجمة عن حدوث ثقب الأوزون

(١) أى خلل فى هذا الدرع الواقى ستكون عواقبه سيئة للغاية على جميع الكائنات الموجودة فى الأرض . ويرى العلماء أن النتائج التى يمكن أن تنتج عن ثقب الأوزون ستكون رهيبة ومؤلمة حيث إن الأشعة الكونية والتى سوف تتسرب إلى الأرض بكميات كبيرة وبكامل طاقتها تخترق على جسيمات مشحونه (بروتونات وجسيمات ألفا والكثرونات عالية الطاقة بالإضافة لأشعة جاما التى تتميز بقوة احتراق عالية) . وهذه الأشعة عند وصولها للأرض تعمل على إبادة الحياة . فكلما قل سمك طبقة الأوزون كلما زاد معدل نفاذ الأشعة فوق البنفسجية ووصولها للأرض . والكائنات الحية عموماً بما فيها الإنسان تتأثر بسرعة بهذه الأشعة والتى يتراوح طولها الموجى بين ٢٩٠-٣٢٠ نانومتر* والإشعاع ذى الموجات الأقصر من ٢٩٠ نانومتر يمتص كله فى طبقة الأوزون . وهذا الإشعاع له القدرة على تحطيم الأحماض النووية D.N.A ، R.N.A وكذلك البيوتين والتأثير على العوامل الوراثية للكائنات الحية .

(٢) كثرة التعرض لهذه الأشعة تؤدى للإصابة بسرطان الجلد ، ويقدر علماء وكالة حماية البيئة الأمريكية بأن نقص ١٪ من تركيز الأوزون يسبب زيادة

* الضوء المرئى الذى تراه العين يتراوح بين ٣٨٠-٧٦٠ نانومتر للأخضر ، ٤٠٠ نانومتر للبنفسجى .

فى مرض سرطان الجلد بنسبة ٥٪ ، وهذا المرض آخذ فى التزايد فى كل بلاد العالم .

(٣) تؤثر زيادة الأشعة فوق البنفسجية على الجهاز المناعى لجسم الإنسان لأن الأشعة تضعف الكريات البيضاء فى الدم فتعمل على عدم مقدرتها على مهاجمة مسببات الأمراض كما تُنشط فيروسات كثير من الأمراض مثل الإيدز والهربس والتهاب الكبدى .

(٤) يقول " سيلفى ليرمان " من جامعة إيمورى بولاية جورجيا : إن النقص فى الأوزون بنسبة ١٪ سوف ضحايا إعتام عدسة العين (الكساركت) فى الولايات المتحدة فقط بمقدار ٢٥٠٠٠ شخص سنويا .

(٥) لا يقتصر تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الإنسان فقط بل تؤثر أيضا على الكائنات الحية الأخرى من حيوانات ونباتات . فالماشية تصاب أيضا بالتهاب العيون وسرطان الجلد .

(٦) تؤثر الأشعة فوق البنفسجية على الفطريات والطحالب فى البحار والمحيطات والتي تشكل غذاء للأسماك الصغيرة .. وتؤدي بالتالى لملاحتها .. وهذه الأحياء البحرية تعتبر بدورها الغذاء للأسماك الأكبر حجما ، وهكذا تنتهى مظاهر الحياة فى البحار والمحيطات ، كما أن الأشعة تؤثر على الأسماك فى الأطوار اليرقية فتؤدي إلى موتها .

(٧) تؤدي زيادة هذه الأشعة إلى هلاك كثير من العوالق ، " البلاكتونات " التي تعتبر أساس السلسلة الغذائية لأن الأشعة فوق البنفسجية يمكنها الوصول إلى عمق ١٠-٢٠ متراً داخل مياه الأنهار والبحار .

(٨) عندما تصل كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية للأرض سوف تهلك الفطريات المجهرية الموجودة في التربة والتي تعمل على تغذية النباتات فيؤدي ذلك إلى موت النباتات التي تتغذى عليها الحيوانات التي يعيش عليها الإنسان .

(٩) ستتناقص المحاصيل الزراعية بنسبة ٢٥٪ إذا زادت الأشعة بمقدار ٢٥٪ لأن زيادة الأشعة ستقلل عملية البناء الضوئي .

(١٠) زيادة وصول الأشعة فوق البنفسجية للأرض ستكون له أضراراً اقتصادية كبيرة فهي تسبب تقشر الطلاء وتغير ألوانه ، فتصبح الدهانات سهلة التقشر أما زجاج النوافذ فإن لونه سوف يميل إلى الاصفرار .

(١١) زيادة نفاذ الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض سوف يزيد من معدل درجات الحرارة مما يؤدي لانصهار الجليد في القطبين وبالتالي ارتفاع مستوى مياه البحار وغرق بعض الشواطئ - وقد سبق الحديث عن ذلك بالتفصيل عند الحديث عن الظاهرة الصوتية .

وقد أشار تقرير لوكالة حماية البيئة الأمريكية أنه بحلول عام ٢٠٧٥م حتى مع مساهمة جميع دول العالم في الحد من استهلاك الفريونات - فإن نسبة الكلور فى الجو سوف تتضاعف ٣ مرات وبهذا فإن الجهود المبذولة لن توقف استنزاف الأوزون ولكن ستقلل فقط من سرعة تدميره ، وعلى كل دولة فى العالم أن تعد نفسها من الآن لمواجهة الآثار المترتبة على هذه الأخطار المتوقع حدوثها خلال الثلاثين عاماً القادمة على الأقل .

والملاحظ أن ٩٠٪ من المواد التى تعمل على تآكل طبقة الأوزون سببها سكان الدول المتقدمة ، فمشكلة تدمير طبقة الأوزون مشكلة عالمية لا بد لمواجهتها من تعاون المجتمع الدولى ككل وليس دولة دون الأخرى لأن الملوثات لا تعرف الحدود ، والأثر يمتد سواء أردنا أم لم نرد . وهنا يأتى دور التشريعات الملزمة والمراقبة من قبل الهيئات الدولية ، وهو ما يجب النظر إليه بجدية لخطورة الموضوع ، لأنه بدون الأوزون فلاحياة على سطح الأرض (No Ozone .. No Life) .

وتحاول الآن بعض المؤسسات العلمية الدولية الوصول إلى إمكانية ضخ كميات من الأوزون فى طبقة الستراتوسفير لتعويض الفاقد فيها .. ولكن لم يكتب لهذه المحاولات النجاح حتى الآن

الإشعاع... والبيئة

* مقدمة

منذ بدء الحياة والكائنات الحية تتعرض إلى أنواع من الإشعاعات بدرجة أو بأخرى إلى أن تأقلم معها جسم الكائن الحى ، فالإشعاع موجود منذ بدء الخليقة ولا نعرف حتى الآن هل كان الإشعاع مفيداً أم ضاراً لأنه من الممكن أن يكون الإشعاع - بالرغم من أن معظم تأثيراته ضاره - هو السبب فى الطفرات الجينية وبالتالي الارتقاء بأنواع الكائنات ... ولكن من المؤكد أن تأثير الإشعاعات الطبيعية ضعيفه لدرجة أن آثارها الضارة لم تظهر على الإنسان إلا بعد أن تعرض للإشعاع الإضافى الناتج من المصادر الصناعية للإشعاع والتي هى بالطبع من فعل الإنسان ، فيما أبدعه من مصادر جديدة للأشعة أضافها إلى المصادر الطبيعية ، وهى بلاشك تشكل خطراً على الكائنات الحية لأنها تدمر الخلايا محدثة سرطانات عديدة الأنواع كما تحدث تشوهات خلقية فى الأجنة داخل أرحام أمهاتهم ، ولا يقتصر الأمر على الإنسان ، فالإشعاعات تصل إلى كل عناصر البيئة سواء منها العناصر الحية أو غير الحية ومنها تنتقل أيضاً إلى الإنسان .

ومع أن الخطر الحقيقي للإشعاع كان مع بداية اكتشاف العالم الألماني
وليم رونتجن للأشعة السينية * إلا أن معرفة العالم بالتأثيرات الخطيرة للإشعاع كان
مع إلقاء القنابل الذرية على مدينتي هيروشيما ونجازاكي في اليابان في ٦ ، ٩
أغسطس ١٩٤٥م والتي لا تزال نتائجها تظهر حتى اليوم .

فبعد اكتشاف الأشعة السينية (أشعة إكس) بدأت تظهر أعراض حالات
مرض السرطان وكان أولها بعد هذا الاكتشاف بست سنوات حيث كان المصاب
هو المساعد الفني للعالم رونتجن ، ولوحظ أن الإصابة بالسرطان تزيد بين العاملين
في حقن الإشعاعات الطبية . وقد وجد أن استخدام اليود المشع في علاج الغدة
الدرقية يؤدي إلى الإصابة بسرطان الدم . كما أن عنصر الاسترانشيوم ٩٠ المشع
من أخطر المواد المشعة لأنه له القدرة على أن يحل محل الكالسيوم في العظام ،
وبالتالي يؤثر على النمو ، كما أنه يسبب مرض سرطان الدم (اللوكيميا) وهو من
أشد السرطانات خطورة . وقد لوحظ انتشار هذا المرض بكثرة بين السكان الذين
ظلوا على قيد الحياة في مدينتي هيروشيما ونجازاكي بعد إلقاء القنابل الذرية على
المدينتين .

وقد بينت الإحصائيات أن السكان في البلاد المتقدمة يتعرضون لنسبة عالية
من الإشعاع نتيجة وجود الأجهزة الحديثة التي تعمل بكفاءة وتزيد من التعرض

* الأشعة السينية عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طاقاتها أكبر من طاقة الضوء وتستخدم في تصوير الجسم البشري
من الداخل وفي تشخيص علاج بعض الأمراض .

للإشعاع سواء في المستشفيات أم في المنازل أم أماكن العمل وكما ذكرنا سابقا عند الحديث عن الأوزون أن كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد الذي يمثل نسبة كبيرة من السرطانات ، ويتنشر هذا المرض خاصة بين ذوى البشرة البيضاء ، ولكن تعتبر كل من أشعة إكس والأشعة المتأينة أكثر تأثيرا من الأشعة فوق البنفسجية في التسبب بالإصابة بهذا المرض .

بعد هذه الاكتشافات الخطيرة لتأثير المواد المشعة ومعرفة الإنسان الكثير عنها وعن أضرارها ومعرفة أيضا الأهمية الكبرى لطرق الوقاية منها ، وضعت معايير لتحديد المقدار المناسب من هذه الأشعة والتي إذا تعرض الشخص لها أو لنسبة أقل منها لا يصاب بأى ضرر ولكن إذا زاد مقدار أو زمن تعرضه لها عن حد معين فإنها تضر بصحته . وأمر هام جداً أن تعرف مقادير الجرعات التي يمكن للإتسان التعرض لها دون إحداث أضرار له مع الأخذ في الاعتبار تأثير الإشعاع الخارجى والداخلى (يتسبب عن دخول المواد المشعة لجسم الإنسان عن طريق المضم والتنفس) ، والوحدة المستخدمة في ذلك هي وحدة ريم (Rem *) وقد وجد أن أعلى حد للجرعة المسموح بها لدخول الجسم خلال الأسبوع هي ٠,٣ ريم (Rem) .

* الريم (Rem) هو وحدة تستخدم لقياس الإشعاع المتص وتكون كلمة (Rem) من الحروف الأولى لـ
Roentgen Equivalent Men .

وتعتبر محطات توليد القوى التي تعمل بالطاقة النووية مصدراً مهماً للأشعة كما أن عنصرى اليورانيوم والبلوتونيوم المستخدمان كوقود لتلك المحطات يعتبران من أخطر المواد المشعة الضارة بصحة الإنسان ويرجع أحد أهم أسباب عطورتهما إلى أن آثارهما تبقى لعدة آلاف من السنين ، ولابد من وضع الجلودى البيئية فى الأولويات عند إقامة مثل هذه المشاريع لموازنة الأضرار الصحية الناتجة عنها . فالإنسان يمكنه الهروب من الأماكن الملوثة بالدخان أو المزدحمة أو ذات الروائح الكريهة ، كما يمكنه أن يتحكم فى غذائه وأن ينظم تعرضه لأشعة الشمس ، ولكن لا يمكن له أن يتجنب الملوثات الإشعاعية أو يتلافها .

فالإشعاع موجود دائماً وكل ما يحدث هو أننا نضيف إليه إشعاعات جديدة من أجهزة صنعها الإنسان وكذلك نتيجة للاستخدام المتزايد للإشعاع فى مجالات الحياة المختلفة سواء فى الطب أم الصناعة أم فى إنتاج الطاقة .

* مصادر التلوث الإشعاعى

تتعرض الكائنات الحية وكذلك المواد غير الحية للملوثات الإشعاعية من مصادر عديدة منها ما يلي :

(١) الإشعاع الكونى القادم من الفضاء .

(٢) المعادن المشعة الموجودة طبيعياً فى الأرض .

(٣) أجهزة الأشعة الطبية .

- (٤) التجارب النووية وما يصاحبها من انفجارات وتكون الغبار الذرى .
- (٥) النفايات الإشعاعية التى تنتج من بعض العمليات مثل أعمال المناجم التى تحتوى موادًا مشعة .
- (٦) المفاعلات النووية ومحطات الطاقة النووية .
- (٧) الغواصات والسفن التى تسير بالطاقة النووية .
- (٨) مصادر كثيرة يستخدمها الإنسان مثل التلفزيونات الملونة وشاشات أجهزة الكمبيوتر وأفران الميكروويف ... الخ .

وتنقسم الإشعاعات إلى قسمين رئيسيين هما :

- الأشعة المؤينة وهى ذات طاقة عالية جدًا بحيث إنها إذا اصطدمت بجزيئات المادة الحية طردت بعض إلكتروناتها وحولتها إلى أيونات وهذه الأشعة ترجع إلى التفتت التلريجي لبعض العناصر وأنطلاق الطاقة النووية فى صورة دقائق (ألفا وبيتا) وموجات كهرومغناطيسية (جاما) ولذلك سميت مثل هذه العناصر بالعناصر المشعة .

- الأشعة غير المؤينة (بضم الميم وكسر الياء) مثل الأشعة فوق البنفسجية ، والموجات الكهرومغناطيسية القصيرة Microwaves والموجات اللاسلكية Radiowaves ، ويسبب هذا النوع من الأشعة تهيج الجزيئات وزيادة تذبذبها ، ومن هنا تأتى خطورة أفران الميكروويف وأجهزة الرادار .

ونلاحظ أن الأشعة الكونية التي تصل إلى الأرض تتغير شدتها بتغير خطوط العرض ومع الارتفاع عن سطح البحر لأن الأشعة الكونية عبارة عن جسيمات مشحونة ، ولهذا فعند سقوطها تنحرف بعيداً عن خط الاستواء وتتركز نحو المناطق القطبية ، ولذا فهي تقل عند خط الاستواء وتزداد عند القطبين ، كما تزيد هذه الأشعة عند الارتفاعات العالية فوق سطح البحر حيث لا يوجد ما يمتصها ، ولذا فإن المسافرين بالطائرات يتعرضون لجرعات أكثر من الأشعة الكونية وكذلك سكان الجبال والمناطق المرتفعة .

والمواد المشعة الطبيعية أهمها عناصر اليورانيوم والثوريوم والراديوم وتوجد هذه المواد في صخور الجرانيت بنسبة أعلى من باقى الصخور .

* أنواع الإشعاعات النووية

الإشعاعات النووية ثلاثة أنواع هى أشعة : ألفا وبيتا وجاما ، أما أشعة ألفا فهي ذات سرعة قليلة لكونها ذات نواة كبيرة الكتلة نسبياً ، ولذا يمكن الوقاية منها باستخدام الملابس العادية ، وأشعة بيتا تتكون من إلكترونات ذات كتلة صغيرة نسبياً ، ولذا تكون سرعة انطلاقها أكبر من سرعة دقائق ألفا . ولأشعة بيتا القدرة على النفاذ والعمل على تأين الخلايا مسببة خللاً فى وظائفها الحيوية . أما أشعة جاما فتتكون من موجات كهرومغناطيسية عالية التردد (كبيرة الطاقة) يمكنها اختراق جسم الإنسان ولذا تسمى فى الطب باسم الأشعة العميقة .

* التجارب النووية والإشعاع

بدأت القصة فى نهاية القرن التاسع عشر حين اكتشف العالم الفرنسى " أنطوان بيكريل " خاصية النشاط الإشعاعى لبعض العناصر ، كما قام كل من العالمين " بيير ومارى كورى " بعد ذلك باكتشاف بعض العناصر المشعة مثل الراديوم والبولونيوم .

وفى بداية القرن العشرين قام العالم " ألبرت اينشتاين " بوضع نظرية النسبية التى بين بها أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة ، وبهذه المعادلة بدأت معرفة الطاقة النووية وإن ظلت هذه الأفكار نظرية حتى عام ١٩٣٩م حين بين بعض العلماء الألمان أنه يمكن لفرة اليورانيوم أن تتشطر إلى نصفين إذا قذفت بنيوترونات عالية الطاقة ، ويصحب عملية الانشطار هذه إنطلاق كمية هائلة من الطاقة الحرارية .. وكانت هذه هى البداية لاستخدام مثل هذه الطاقة سواء فى الحروب أم فى الأغراض السلمية .

تقوم كثير من الدول المتقدمة بإجراء التجارب النووية ، مما ينتج عنه انتشار كميات كبيرة من الغبار المشع المحمل بنواتج الإنشطار النووى فى أجواء العالم ، لأن الرياح تحمل هذا الغبار ليسقط فى كثير من المناطق ، كما يصل هذا الغبار المشع إلى طبقات الجو العليا فيختلط بالسحب ناقله إياه لأماكن متفرقة ويسبب تلوث الهواء والماء والغذاء . وكانت التجارب النووية تجرى فى الجو ولكن بعد أن تبين خطورها أصبحت الدول تجربها تحت سطح الأرض أو فى أعماق المحيطات وقد

يعتقد البعض أن التفجيرات النووية تحت سطح الأرض شيئاً آمناً ، ولكن ذلك إعتقاد خاطئ لأن الإشعاعات النووية تتسرب للمياه الجوفية لتحملها معها إلى الأنهار والبحار مسببة تلوث مياهها بالإشعاع . وعموما فقد قلت أخطار هذه التجارب بعد فرض الحظر على إجراء التجارب النووية بواسطة الأمم المتحدة ، ورغمًا عن ذلك فهناك دول تقوم بإجراء بعض التجارب النووية حتى الآن وترفض التوقيع على اتفاقية الحظر .

وتقول تقارير الطاقة الذرية العالمية أنه حتى سنة ٢٠٠٠م سوف تستمر الغند التناسلية فى الكائنات الحية باستقبال جرعات معدلها حوالى ٢ ميللى ريم فى السنة ، كما تدخل للعظام من ٤ - ٦ ميللى ريم فى السنة .

* محطات القوى النووية .. والإشعاع

عرف العالم المفاعلات النووية حين أقيم أول مفاعل نووى بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٢م . وكان أكثر استخدام لهذه المفاعلات فى محطات القوى النووية .. وقد بدأ البحث عن مصادر جديدة للطاقة مع زيادة استهلاك العالم لها ولذا بدأت فكرة استخدام الطاقة النووية فى عمل محطات توليد الكهرباء بدلا من الوقود المعتاد . ويرى المؤيدون لإقامة مثل هذه المحطات أنها أكثر جدوى من المحطات التى تعمل بالوقود العادى لأسباب عديدة منها أن المحطات النووية أكثر كفاءة كما أن سعر الكهرباء المتولدة يكون أرخص من تلك الناتجة من المحطات الحرارية التى تعتبر أكثر تلويثا للهواء الجوى لإطلاقها كميات هائلة من الملوثات

التي تسبب مشاكل بيئية خطيرة علاوة على أن الوقود المعتاد (الفحم - البترول - الغاز) عمره الافتراضى قصير .

وبالمقابل فإن هناك آراء مغايرة لذلك عضدتها حوادث المفاعلات ، ويرى أصحاب هذه الآراء خطورة كبيرة فى استخدام الطاقة النووية بهذه المحطات لأن بعض الحوادث التى قد تقع للمفاعلات النووية ستؤدى لتسرب الإشعاعات النووية ، كما توجد أيضا مشكلة التخلص من النفايات النووية وهذه فى حد ذاتها قضية فى متهى الخطورة ، بالإضافة للتلوث الحرارى الذى تسببه مثل هذه المحطات بالبيئة المحيطة .

وقد وقع الكثير من حوادث التسرب نتيجة الخلل فى المحطات النووية مما تسبب عنه أضراراًٌ بليغة كان آخرها الحادث الذى وقع لمفاعل تشيرنوبيل Tchernobyl فى إبريل ١٩٨٦م (بالقرب من مدينة كييف عاصمة أوكرانيا إحدى جمهوريات الاتحاد السوفيتى السابق) . وكان من أكبر الحوادث وأخطرها فى تاريخ المفاعلات النووية حيث دفع بكميات كبيرة من الإشعاعات إلى الهواء الجوى مكونة سحابة هائلة من الغبار المشع الذى حملته الرياح إلى كثيرأ من دول العالم ناقلة كثير من العناصر المشعة إلى أجواء تلك الدول سواء منها الجواره أو البعيدة عن منطقة الانفجار الحادث . كما تم ترحيل عدد كبير من سكان المنطقة بعيدأ عن مكان الانفجار وأعلنت مناطق شاسعة حوله مناطق محظورة .

وقد تسببت الإشعاعات التي انتشرت في أجواء أوروبا وكثير من دول آسيا في تلويث المزروعات وامتنع سكان كثير من الدول عن تناول العديد من الأغذية كالخضراوات ومنتجات الألبان ، ونذكر جميعا امتناعنا في الدول العربية عن شراء كثير من الأغذية وعدم استيرادها لوجود تركيزات عالية من الإشعاعات فيها . وقد قامت بعض الشركات الأوروبية باستغلال الفرصة وباعت الأطعمة الملوثة بالإشعاع إلى عدد من الدول الإفريقية والآسيوية بأبخس الأسعار .. وهو بلاشك عمل بشع يتصف بالإحرام ... كما قامت الكثير من الدول بالكشف عن الإشعاع فى المواد الغذائية المستوردة من الدول المجاور للاتحاد السوفيتى السابق وذلك لتأمين سلامة مواطنيها .

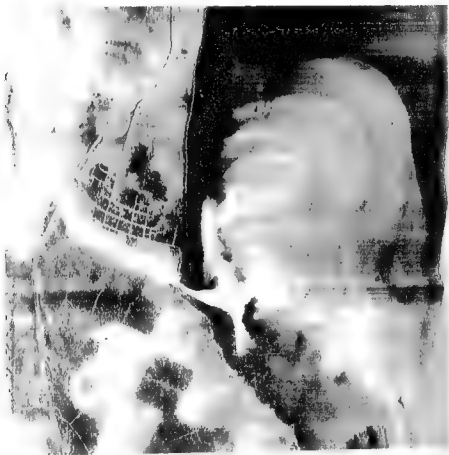
وقد أصيب عدد كبير من الأشخاص بالسرطان ، خاصة سرطان الدم (اللوكيميا) ومنهم من تساقط شعره ، وقد شاهدنا أفلاما تليفزيونية تبين أن كثير من الأشخاص من أعمار مختلفة قد أصبحوا صلع الرؤوس وكان هذا الحادث تعزيد لفكرة رفض إقامة مزيد من محطات القوى التى تدار بالطاقة النووية . وسواء أقيمت مثل هذه المحطات أم لا فإن ما هو موجود منها كفيل بتلويث الكره الأرضية بقلو هائل من الإشعاع .



شكل (٢٠) مفاعل تشرنوبيل بأوكرانيا

بالإضافة لما حدث لمفاعل (تشرنوبيل) وقعت حوادث عديدة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا وحتى في دول الاتحاد السوفيتي السابق أيضا ، كما لم يقتصر أنواع التلوث الناتج عن محطات القوى النووية على الملوثات الإشعاعية فقط بل تعداها أيضا إلى التلوث الحرارى حيث إن هذه المحطات تتخلص

من المياه المستخدمة في تبريد المفاعل والتي تكون درجة حرارتها عالية - كما
يحتمل تلوثها إشعاعيا - بإلقائها في مياه نهر أو بحيرة أو محيط مسببة تلوث المياه .
ولو علمنا أن محطة طاقة نووية واحدة قدرتها ١٠٠٠ ميغا واط تتطلب خمسين
متراً مكعباً من الماء للتبريد فى الثانية الواحدة لعرفنا مقدار ما تسببه مثل هذه
المحطات من تلوث حرارى (هذه الكمية من الماء تكفى لاستهلاك مدينة كالقاهرة
يوماً) .



شكل (٢١) التلوث الحرارى

وهذا النوع من التلوث يعمل بالطبع على ارتفاع درجة حرارة مياه النهر أو البحيرة مما يؤدي لقتل الكثير من الأحياء المائية التي لا تستطيع التكيف مع التغيرات الحرارية لذلك يحدث اختلال في النظام البيئي لهذه المياه ، كما أن نسبة الأكسجين الذائب في المياه الساخنة تقل كثيرا عن نسبته في المياه الباردة ، وقلة الأكسجين تؤثر تأثيرا سيئا على حياة الكائنات الحية التي تعيش في هذه المياه .

ولذلك تسابق الدول المتقدمة الآن وخاصة اليابان في كيفية استخدام حرارة هذه المياه في المشاريع العلمية الكبرى .

والطاقة النووية تساهم الآن في توليد حوالى ١١٪ من الكهرباء المستخدمة في العالم ومن المتوقع أن تزداد هذه النسبة سنة بعد أخرى نظرا لقيام كثير من الدول ببناء مفاعلات ومحطات نووية جديدة وذلك بالرغم من الموجة المناهضة لاستخدام الطاقة النووية في العالم .

ويتجه العالم الآن إلى استخدام طاقة الاندماج النووي بدلا من الطاقة الناتجة عن الانشطار النووي المستخدم في الوقت الحاضر ، وطاقة الاندماج النووي هائلة ، فالكيلوجرام الواحد من أكسيد الديوتيريوم (D_2O) * والذي يعرف باسم الماء الثقيل يعطينا طاقة تساوى الطاقة الناتجة من ٢٠٠٠ طن فحم أو من ٢ مليون

* الطاقة ومصادرها المختلفة - مركز الأهرام للترجمة والنشر ، القاهرة ١٩٨٨ د. محمد مدحت إسلام .

لتر بنزين . ويمكن أن تكون تفاعلات الاندماج هى الحل الأمثل لإنتاج الطاقة النووية فى عالم الغد ، لأنها طاقة نظيفة من حيث التأثير على البيئة ولا تنتج عنها إشعاعات ، وقد تم عقد مؤتمر دولى بالقاهرة فى يوليو ١٩٨٨ تركّز البحث فيه حول طاقة الاندماج النووى حيث قدمت الولايات المتحدة الأمريكية بحثا قيما عن الحصول على غاز الهيدروجين من ماء البحر واستخدامه كوقود وأصبح الأمل كبيرا أمام البشرية فى استخدام هذه الطاقة .

* المواد المشعة ... والزراعة

استخدم العلماء الفوسفور المشع (٣٢) فى التعرف على كيفية الاستفادة المثلى من الأسمدة الفوسفاتية سواء من حيث الكمية أم النوعية أم زمن استخدامها ، وتقدير احتياجات النباتات من العناصر اللازمة لنموها وكيفية امتصاصها لها وتحديد نوع وكمية أفضل الأسمدة لكل محصول . كما أمكن استخدام العناصر المشعة فى التأثير على بنور وجيوب بعض النباتات لإحداث ما يسمى بالطفرة الوراثية (والطفرة تغير مفاجئ فى الخلايا يترتب عليه إنتاج سلالات جديدة) ومن المعروف أن الطفرة نادرة ما تحدث طبيعيا ولكن الإشعاعات تساعد على إحداثها بسرعة ، وبذلك يمكن الحصول على سلالات تتميز بصفات جديدة مثل مقاومتها للأمراض والحشرات والآفات الزراعية أو وفرة محصولها أو غير ذلك من الصفات المرغوبة . وقد أمكن استخدام الماء الثقيل المحتوى على الأكسجين المشع لمعرفة

مصدر الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي وبذلك أمكن حل مشكلة كبيرة أثارت جدلاً بين العلماء سنوات طويلة .

كما أمكن الإجابة على العديد من التساؤلات مثل تكوين السكريات فى النبات وهل يتكون مباشرة من تفاعل غاز ثانى أكسيد الكربون مع الماء فى وجود العوامل الأخرى اللازمة ؟ وتبين أن هناك منتجات ثانوية كثيرة تتكون أمكن فصلها وتقدير نسبتها ولو نجحت محاولة تقليد النبات فى إنتاج الأغذية العضوية لأمكن حل أكبر مشكلة تعانيتها البشرية وهى مشكلة التغذية . واستخدمت المواد المشعة فى الأبحاث المؤدية لمكافحة الحشرات والآفات الزراعية كما أدخل الكوبالت المشع مع غذاء بعض الحيوانات للتعرف على حاجتها من الكوبالت الذى يدخل فى تركيب فيتامين ب ١٢ ، واستخدمت العناصر المشعة أيضاً فى العمل على زيادة إنتاج الأبقار للبن ، ولكن من الملاحظ أنه فى الآونة الأخيرة قل استخدام المواد المشعة فى الأبحاث الزراعية إلى حد كبير خوفاً من آثارها الضارة .

* الاستخدامات السلمية للإشعاع

تستخدم المواد المشعة فى الكثير من مجالات الحياة ، ففى الطب تستخدم فى تشخيص الأمراض سواء بالتصوير بالأشعة السينية أو باستخدام النظائر المشعة (سواء بالحقن أو عن طريق الفم) مثل اليود المشع ، كما يمكن استخدام الأشعة العميقة (أشعة جاما) فى علاج الأورام ، وكذلك تستخدم الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية فى علاج الأمراض الجلدية .

تستخدم الإشعاعات فى الصناعة سواء كمصدر للطاقة المحركة ، أو للكشف عن تلف وتآكل بعض الأجزاء كما فى محركات الطائرات مثلا حيث لا يمكن معرفة التلف بالأجزاء الداخلىة لها بسهولة ، كما تستخدم المواد المشعة فى صناعة الساعات واللوحات المضئية وفى حفظ المواد الغذائية (لأشعة جاما القادرة على قتل الجراثيم والطحالب ومنع نموها) ولذا تستخدم الإشعاعات فى تعقيم الخضراوات واللحوم والفواكه وغيرها . وتدخل المواد المشعة أيضا فى صناعة كواشف الدخان (أجهزة الإنذار عن الحرائق) والصمامات الإلكترونية وأجهزة التليفزيون ولوحات القيادة للمضيئة فى الطائرات ... وغير ذلك فى كثير من الاستخدامات .

* الإشعاع .. والمجالات الكهربائية

نشرت إحدى المجلات العلمية موضوعا أثار الانتباه إلى مدى خطورة الإشعاع وهو أن * الحقيقة المؤلمة التى ينادى بها العلماء تقتضى ضرورة إعادة النظر فى كل جديد دخل إلى حياتنا الذى يمكن أن يودى إلى هذه التغيرات الجذرية فى صحة الإنسان المعاصر !!! إلى هنا وتنتهى الجملة ولكنها البداية عما نعيشه من واقع مؤلم باسم الحضارة ، فلا شك أننا لو نظرنا فى البيت الذى نعيش فيه فسنرى العجب .. الأجهزة التى تعمل بالكهرباء والتى لا يخلو منها بيت واحد سواء فى

* مجلة كبر العلم - دار الاعلام والنشر القطرى - القاهرة ١٩٩٣ مقالة د. فاضل محمد على .

أحد الباحثين في المركز الطبي في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية أن هذه الأشعة لها تأثير سيئ على حاجز المخ Blood Brain Barrier (يحمى سائل النخاع الشوكي) حيث تسبب الأشعة تدمير هذا الحاجز كما أنها ترفع نسبة السكر في الدم وتؤثر على وظائف الكبد ، علاوة على ما يمكن أن يحدث للغذاء من تأثيرات ضارة وتعرضه للتغير في تركيب جزيئاته من جراء استخدام أفران الميكروويف وهذا يمكن أن يؤدي إلى تكوين مركبات جديدة قد تكون سامه وتسبب سرطان الأمعاء .

وفي أحد فنادق الكويت أقيم معرض لشركة عالمية كانت تُسوق منتجاتها من أفران الميكروويف عام ١٩٨٩م فانتهزنا الفرصة مستفسرين من مدير الشركة عن أضرار الإشعاعات المستخدمة في مثل هذه الأجهزة وأبدينا له رؤيتنا العلمية بخطورة مثل هذه الأشعة ومدى تأثيرها على من يستخدمها . وقد وعدنا المدير بالاتصال بالشركة المنتجة في اليابان - لا داعي لذكر اسم الشركة هنا - وإعطائنا كافة ما يثبت براءة مثل هذه الأجهزة من التلوث الإشعاعي للبيئة وأخذ العنوان وأرقام التليفونات ، وحتى هذا التاريخ لم يصل رد الشركة !!!

كما أثبت العلماء أن العاملين في مجال الرادار ازدادت بينهم حالات تكون الماء الأبيض خلف عدسة العين والسبب في ذلك أيضا هو أشعة الميكروويف ... ولذلك فإن نسبة إعتام عدسة العين ، ومرض سرطان الدم (اللوكيميا) يزيد بين الأشخاص الذين يعملون على أجهزة الرادار ، وقد قام خبراء سلاح الطيران

الأمريكي* بإجراء تجارب على الفئران حيث قاموا بتعريضها إلى تيار منقطع من أشعة الرادار لمدة قصيرة في كل مرة . وكانت النتيجة أن حوالى ٤٠٪ من هذه الفئران أصيبت بتدمير كامل لخلاياها التناسلية ، كما أصيبت حوالى ٣٥٪ منها بسرطان الدم وأثبتت بعض التجارب المماثلة التى أجريت فى الاتحاد السوفيتى " السابق " أن التعرض لموجات الرادار يؤدى إلى الإصابة بالصداع وفقدان الذاكرة والإجهاد العصبى .

كما أثبتت التجارب التى أجريت لبيان تأثير موجات الميكروويف حتى لو كانت هذه الموجات ضعيفة جدًا ، أن خلايا الدم البيضاء تفقد كثيرا من قدرتها ونشاطها عند تعرضها لموجات الميكروويف وكذلك لموجات التليفزيون .

وسواء انبعثت أشعة الميكروويف من أجهزة الكمبيوتر أم من أفران الميكروويف أم من كثير من الأجهزة التى تعمل بها والتى يستخدمها الإنسان ، فإن لها تأثيراتها على خلايا المخ ، وهى تؤدى إلى تغييرات فى السلوك مثل البلادة والاكئاب ، وعدم القدره على التركيز علاوة على تأثيراتها على الأجنة فى أرحام الأمهات مما جعل بعض المؤسسات الاقتصادية فى أوكلايو بالولايات المتحدة الأمريكية تعفى النساء الحوامل من العمل على أجهزة الكمبيوتر .. ورغم ذلك فالدعاية قائمة على قدم وساق من أجل تسويق مثل تلك الأجهزة .

* تطورت مشكلة السر - عالم للمرأة - الكويت ١٩٩٠ تأليف د. احمد مدحت اسلام .

كذلك الإشعاعات التي تصدر عن أجهزة التلفزيون (خاصة الملون)
والمجالات الكهربائية المترددة والمغناطيسية والكهروستاتيكية والتي تؤثر على شبكية
العين تأثيرا سينا كما تؤثر على الحوامل مسببة لمن الإجهاض عند كثرة التعرض
لهذه الإشعاعات . والآن نرى البعض يمكنهم إلتقاط إرسال الفيديو مثلا من مكان
آخر ، وذلك يؤكد الجهود الكهربائية المرتفعة التي تعمل بها مثل هذه الأجهزة
والتي تحيط بنا من كل اتجاه .

وفى بعض المدن القريبة من محطات توليد القوى الكهربائية أو بالقرب من
أبراج الضغط العالي يمكن إضاءة لمبات النيون بالمنازل بدون توصيلها بمصدر
كهربائي ، وذلك يؤكد لنا أيضا الجهود المرتفعة التي تعمل عليها ..

ولعله من المهم أن نذكر أن هذه التأثيرات الضارة لا تؤثر على الإنسان
فقط ولكنها تؤثر أيضا على بقية الكائنات ، فمثلا بالنسبة للنباتات تؤثر على تركيز
بعض العناصر اللازمة لنموها ، وأسلوب نموها والقيمة الغذائية والصفات الوراثية
للثمار والخضراوات والفواكه .



شكل (٧٢) أبراج الضغط العالي وتلويثها للبيئة

* النفايات الإشعاعية

بدأت مشكلة النفايات النووية فى عام ١٩٤٤م مع أول إنتاج لعنصر البلوتونيوم فى ولاية واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية حيث تعثر مخلفات

الوقود النووي من أخطر ملوثات البيئة . وتنشأ هذه المخلفات من الوقود المستخدم فى المفاعلات النووية والذي يتكون من مواد مشعة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم التى تشع كثيرا من الإشعاعات . وبعد انتهاء عمر هذا الوقود فلا بد من التخلص منه ، وهذه المخلفات لها خطورة بالغه على جميع عناصر البيئة ، فلا يمكن دفنها فى باطن الأرض لأن الإشعاعات تظل تتسرب منها إلى المياه الجوفية ، كما أن التخلص من هذه النفايات المشعة يمثل مشكلة كبرى للكثير من الدول المتقدمة ولذلك تقوم هذه الدول بدفن مخلفاتها النووية فى أراضي الدول الفقيرة .

وحتى تبين مدى خطورة المخلفات النووية قال العالم ١٩٧٣م : أن الولايات المتحدة الأمريكية تخزن من هذه الملوثات فقط ٢٠٠ عزان من الخرسانه المسلحه تحت سطح الأرض ، يتسع كل عزان لحوالى مليون جالون . ويقدر العلماء بأن ثلاثة جالونات فقط لو وزعت على كل سكان العالم لعرضت أجسامهم إلى نقطة الخطر الإشعاعى ، ومع ذلك فإن مائتى مليون جالون غزنه فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها فماذا يحدث لو أصاب أحد هذه الخزانات الحلل وتسرب بعض ما فيه ؟

ومن ناحية تأثيرات الإشعاعات النووية على الإنسان فيمكن تصنيفها إلى إشعاعات خارجية وإشعاعات منطلقة من جسم الإنسان .

ولكن كيف يصل الإشعاع لجسم الإنسان ؟

يتنفس الإنسان الهواء المحيط به ويشرب الماء ويأكل الطعام الذى يرجع أصله إلى النبات الذى ينمو فى التربة ، ولهذا فإن الهواء والماء والتربة كلها تشترك فى إيصال الإشعاعات للإنسان كالتالى :

عن طريق هواء التنفس فتصل إلى الجهاز التنفسى . وعن طريق الطعام والشراب فتصل إلى الجهاز الهضمى .

تتلوث التربة بالمواد المشعة سواء من التفجيرات النووية عن طريق سقوط الغبار الذرى أو المخلفات المشعة وقد تكون التربة ملوثة طبيعيا بالمواد المشعة مثل عناصر الراديوم واليورانيوم حيث يمتصها النبات مع غيرها من العناصر اللازمة لنموه . وقد يحدث التلوث للنبات بالمواد المشعة المتساقطة على أوراقه وثماره ، ومن النبات تصل الإشعاعات إلى الإنسان والحيوان . وعن طريق الطيور وبقية الحيوانات التى تتغذى على النباتات الملوثة بالمواد المشعة حيث تحتجزها فى أنسجة أجسامها ومنها أيضا تصل للإنسان عن طريق لحومها أو ألبانها .

كذلك فإن الأسماك وبقية الكائنات البحرية تحتزن المواد المشعة المتعربة عن طريق التجارب النووية التى تتم تحت سطح الماء أو التساقط الذرى نتيجة لالتفجيرات النووية فى الهواء أو إلقاء المخلفات المشعة فى مياه البحار والمحيطات ومنها تصل إلى الإنسان الذى يتغذى على هذه الكائنات البحرية .

كما تصل الإشعاعات إلى جسم الإنسان من مصادر عديدة مثل المفاعلات النووية وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الالكترونية وأقراص الميكروويف والتلفزيون كما يأخذ الجسم جرعات اشعاعية من مصادر طبيعية كالأشعة الكونية ، وسواء كانت الإشعاعات طبيعية أم صناعية فإنها تمثل خطراً كبيراً على الإنسان لأن أغلبها له القدرة على اختراق الجلد وإمكانية الوصول إلى داخل جسم الإنسان .

وتتوقف خطورة التعرض للإشعاع على عوامل عديدة منها :

(١) الجرعة الإشعاعية .

(٢) مدة التعرض .

(٣) المسافة بين مصدر الإشعاع والجسم .

وتصل المادة المشعة لجسم الإنسان إما عن طريق الجلد حيث تصل إلى الدم مباشرة إذا كان الجلد معروى وبالتالي تصل لجميع أنسجة الجسم عن طريق الدم . كما تصل الإشعاعات إلى الرئتين عن طريق الجهاز التنفسي حيث تصل إلى الدم أيضاً ضمن تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والدم لتصل المادة المشعة لجميع أجزاء الجسم . أما الطريق الآخر لوصول الأشعة لجسم الإنسان فهو الجهاز الهضمي عن طريق البلع مع الغذاء أو الماء الملوث بالمادة الإشعاعية حيث تصل لأنسجة الجهاز الهضمي .

* تأثير الإشعاعات على الإنسان

من المعروف أن حيوانات التجارب المعرضة للإشعاعات تصاب بالسرطان في جميع أنسجة الجسم ولكن في الإنسان فإن الجرعات اللازمة لمرطنة نسيج ما تختلف باختلاف النسيج . وحتى الآن لم يعرف القدر الذى إذا تعرض له جسم الإنسان يصاب بالسرطان ولكن من المؤكد أن آثار الإشعاع على الإنسان تختلف باختلاف المصدر المشع وشدة الإشعاع وكذلك المدة التى يتعرض فيها الإنسان لهذا الإشعاع . وان تعرض الإنسان للإشعاعات الضعيفة مهما قلت شدتها يودى على المدى الطويل إلى الضرر بصحته ، ومن هنا تأتى كثرة الإصابات بالسرطان لمن يستخدمون أجهزة الأشعة فى الأغراض الطبية من فنيين وأطباء ومرضى .

فعندما تصل الإشعاعات إلى الجسم تؤثر فى الخلية الحية حيث تلتفها ، وقد يحدث هذا التلف أوراماً أو يؤثر على الجينات الوراثية ويحدث أيضا مرض يطلق عليه اسم المرض الإشعاعى فيحدث غثيان وقى وإسهال يصاحبه فقدان الشهية للأكل والحمول والصداع وإسراع ضربات القلب ويكون ذلك بسبب التلف الناتج عن تعرض الخلايا للإشعاع . كما يصاب الجلد عند تعرضه للإشعاع باحمرار وتقرح وجفاف وتقرح .

ويعتبر الجهاز التناسلى من أكثر أجهزة الجسم تأثراً بالإشعاع حيث يلزم الحيوانات المنوية فتموت عند الذكور مما يودى للعقم وكذلك تدمر الخلايا التناسلية

بالمبيض عند المرأة فيحدث اضطراب في إفراز هرمونات الأنوثة وتصاب بالمقم أيضا .

وتسبب الإشعاعات عموما إتلاف الخلايا وضعف مناعة الجسم وبالتالي الإصابة بالسرطان . وقد وجد أن عدسة العين عندما تتعرض للإشعاعات تصاب بمرض إعتام العدسة (الكتاراكت) . ومن تأثيرات الإشعاعات أيضا أنها تؤثر على الجينات الوراثية فتؤدي إلى حدوث خلل في تكوين الكروموزومات مما ينتج عنه حدوث الأمراض الوراثية أو التشوهات الجينية أو التخلف العقلي ، وبعض هذه الصفات المرضية تنتقل من الآباء والأمهات للأبناء . وقد أثبتت الأبحاث العلمية أن هناك علاقة أكيدة بين تعرض الإنسان للإشعاعات وحدوث الأمراض الوراثية خاصة بين النساء الحوامل اللاتي يتعرضن لهذه الإشعاعات ، كما وجد أن الإصابة تكون بنسبة أكبر خلال الشهور الأولى من الحمل .

وقد يتساءل البعض ، أليس هناك من بعض الأغذية التي تقى الجسم من الإشعاع ؟

فى أحدث الأبحاث التى تمت فى القاهرة عام ١٩٩٤م تم إثبات أن لكل من فيتامين C ، E (ج ، هـ) القدرة على حماية الجسم ضد الإشعاع وخاصة أشعة جاما كما أنهما يؤجلان أعراض الشيخوخة . وهذان الفيتامينان متوافران فى كثير من المواد الغذائية ، ففى حين يوجد فيتامين (ج) فى نباتات البقلونس والجوافة

والفلفل الرومى والموايح بأنواعها (الليمون - البرتقال - اليوسفى) ، يوجد
فيتامين (هـ) فى حبوب القمح والدقيق ومشتقاته والخس والبسله والفول
السودانى وزيت الزيتون .

والإشعاع يعمل على تأين سوائل الجسم ، ومنها الماء إلى أكسجين
وهيدروجين الذى يسبب أكسدة الدهون التى تدخل فى تركيب غشاء الخلية مما
يؤدى إلى حدوث اضطراب فى عملية النفاذية لداخل أو خارج الخلية ، كما أنه
يؤثر فى كفاءة الأحماض النووية R.N.A ، D.N.A التى تتحكم فى أنشطة الجسم
المختلفة وتحمل الصفات الوراثية .

وهنا يجئ دور فيتامينى (ج ، هـ) اللذان لهما خاصية مضاده للأكسدة ،
معنى أنهما يمنعان أكسدة الدهون ولذلك فإن حصول الجسم على هذه الفيتامينات
يعمل على تقوية الجهاز الطبيعى المضاد للأكسدة فى الجسم وفى هذه الحالة
فحصول الجسم على هذين الفيتامينين مفيد قبل التعرض للإشعاع كعامل وقائى
وليس بعد التعرض له .

وعلاوة على ذلك فإن فيتامين (جـ) يزيد من كفاءة ونشاط كرات الدم
البيضاء مما يعمل كوقاية من الأمراض السرطانية وينظم انقسام الخلايا ويمنع الزيادة
العشوائية فى انقسام الخلايا ويقيها من أى اضطراب .

التلوث الضوضائي . . . والبيئة

﴿ واقصد في مشيك واغضض من صوتك إن أكثر الأصوات لصوت الحمير ﴾

﴿ سورة لقمان آية ١٩ ﴾

تعتبر الضوضاء (الضجيج) إحدى ملوثات البيئة فهي صوره من صور التلوث ولا تقل خطورة عن غيرها من الملوثات ، ربما كان لعدم رؤية الضوضاء ولكون تأثيراتها داخلية هو الذى أدى إلى عدم الاهتمام بها كملوث ولكن تأثيراتها الضارة لم تعد الآن موضع شك .

وتعرف الضوضاء بأنها : جملة أصوات غير منتظمة تحدث تأثيرا بالضيق والقلق ، ومثيرة للعصبية ، كما يعرفها البعض بأنها أصوات ليس لها صفات موسيقية عذبة وغير مريحة للأذن . وقد جاء فى (لسان العرب) أن الضوضاء هى أصوات الناس وجلبتهم وأن الضجيج هو الصياح عند المكروه والمشقة والجرع ، وفى الماضى ارتبطت الضوضاء بالطواهر الشديدة مثل الأعاصير وثورات البراكين والرعد ، فأنارت منذ القدم مكامن الخوف فى الإنسان ، وقد استعمل الإنسان هذه الظاهرة سلاحاً فى حروبه فكانت توجد قوات خاصة فى الجيوش مهمتها

ارتفاع الأصوات العالية لارهاب الأعداء . والضوضاء عبارة عن موجات صوتية تنتقل عبر الهواء ، ومن المؤسف أن أغلب الناس لا يعرفون الأضرار الناتجة من جراء تعرضهم للضوضاء والأصوات العالية ، مع أننا نرى بوضوح أن سكان المدن فى حالة من القلق والتوتر نتيجة تعرضهم للضوضاء التى تشوه وتخرب المظاهر الجمالية للطبيعة وتمزق السكون والهدوء بعكس المجتمعات الريفية والصحراء البعيدة عن المدينة حيث يعيش السكان فى بيئة هادئة يتمتعون بهدوء الأعصاب وصفاء الذهن لأنهم بعيدين إلى حد كبير عن أصوات أجهزة التكنولوجيا الحديثة التى ساعدت على زيادة الضوضاء وتفاقم للمشكلة .

* الضوضاء كمُلوِّث للبيئة

الضوضاء عامل مُلوِّث شأنها فى ذلك شأن العوامل الملوثة الأخرى ، ولكنها تختلف فى أنها عامل مصاحب للإنسان لأنها ترتبط بالأصوات ، وبالطبع لا يمكن أن يعيش الإنسان الطبيعى بمعزل عن الأصوات ، وقد اعتبرت ملوثاً حين زادت عن الحد المألوف وذلك لم يكن معروفاً قبل بداية عصر الصناعة . والضوضاء تلازم الإنسان فى المنزل وفى الطريق وفى مكان العمل ، لأن مصادر الضوضاء أصبحت متوفرة فى كل مكان ، ويلجأ بعض سكان المدن للتخفيف من آثارها بالنهاب للأماكن الفسيحة فى البر أو فى الريف والابتعاد عن حياة المدينة من حين لآخر ، ومن هنا نرى أهمية المعيشة الطبيعية والعيشه بوسائل بسيطة وسهلة وفطرية .

* مصادر الضوضاء

من أهم مصادر الضوضاء فى البيئة ما يلى :

- (١) وسائل النقل والانتقال خاصة السيارات بأنواعها المختلفة ، والطائرات النفاثة ، والقطارات وغيرها .
- (٢) عمليات البناء والحلم وآلات الحفر الميكانيكية .
- (٣) المصانع ومحطات القوى .
- (٤) اجهزة التكييف .
- (٥) اجهزة الراديو والتلفزيون ومكبرات الصوت وأجراس المنازل .
- (٦) الإنسان والحيوان .

تعتبر السيارات ووسائل الانتقال من أكثر أسباب الضوضاء خاصة فى المدن ، وقد اعتاد سكانها على الضوضاء بمرور الوقت ، ولكن ذلك لا يقلل من خطرها عليهم ، فمدينة كالقاهرة مثلا تعتبر من أكثر مدن العالم تلوثاً بالضوضاء ، فقد تجاوز مستوى الضوضاء بها المعدلات القياسية العالمية حسب ما أوردته منظمة الصحة العالمية (٧٥ ديسيبل * Decibell وهو الوحدة التى تقاس بها شدة

* البيل Bell وحدة تقيس شدة الصوت ، وهى تتسبب ليتركها العالم الأمريكى A.G.Bell ، وتستخدم عشر هذه الوحدة أى أن الديسيبل وهو يساوى (١٠÷١) لوغاريتم النسبة بين الضغط الناتج عن مريحة الصوت وبين ضغط قياسى مقداره ٠.٠٠٢ دالين/سم^٢ .

الضوضاء ويبدأ هذا المقياس من الصفر حيث يكون الصوت خافت حتى ١٧٠ ديسيبل Decibell وهو صوت إطلاق الصاروخ الذى يحمل المكوك الفضائى ويعتبر أعلى صوت عُرف حتى الآن (للدرجة أن شدة الضوضاء تصل فى بعض الأوقات بالشوارع المزدهجة بالسيارات فى القاهرة إلى ٩٥ ديسيبل ولا تقل عنها بعض المدن العربية كدمشق والرياض فقد أظهرت بعض الأبحاث أن شدة الضوضاء فى شوارع مدينة الرياض* قد تراوحت بين ٤٠-٩٢ ديسيبل وبذلك فإنها تجاوزت أيضا الحد المسموح به عالميا . ويتضح من ذلك أن المدن العربية تعاني من التلوث الضوضائى شأنها فى ذلك شأن الكثير من العواصم والمدن العالمية الأخرى مثل لندن وباريس وشيكاغو ونيويورك ودلهى وطوكيو . ويتضح من هذه الدراسات أن وسائل المواصلات هى السبب الرئيسى للضوضاء فى هذه المدن .

وتصدر الضوضاء من السيارات نتيجة للعديد من الأسباب مثل صوت المحرك ، واحتكاك الإطارات بالأرض وصوت خروج العادم علاوة على صوت اصطدام الهواء بهيكل السيارة أثناء السير ، ولكن أكثر العوامل تسببا للضوضاء هو صوت احتكاك الإطارات بالأرض علاوة على أصوات آلات التنبيه التى يكثر استخدامها فى بعض مدن الدول المختلفة .

ومع أنه لا يمكن للإنسان الاستغناء عن السيارة كوسيلة للنقل والمواصلات

* بحث بقلم نوري طاهر الطيب وآخرين - كلية العلوم - جامعة الملك سعود ١٩٩٠- للملكة العربية السعودية .

إلا أنه يجب إدخال التحسينات عليها لتقليل الضوضاء الناتجة عنها ، ولعل السيارة الكهربائية هي أحد أنجح الوسائل لحل هذه المشكلة .

ولا يقتصر الأمر على الضوضاء القادمة إلينا من السيارات فى الشوارع بل إن مصادر الضوضاء تستخدم فى المنازل على نطاق واسع كما فى الآلات الكهربائية المنزلية كالغسالة والمخلّطات والمكانس والمكيفات وأجهزة التليفزيون والمسجلات والراديو والتليفون والآلات الموسيقية الحديثة .

ومن المعلوم أن الموسيقى فى حد ذاتها ليست ضوضاء ، ولكن الذى جعلها تسهم فى الضوضاء هو ما ارتبط بها من تطور لأجهزة الإرسال والاستقبال والتسجيل والإذاعة ، وظهور آلات جديدة ذات أصوات عالية لم تكن مستخدمة من قبل .

ونرى الكثير من الجيران الذين لا يحترمون حق الجيرة مع أن الدين الإسلامى الحنيف دعى إلى احترام شعور الجار ، علاوة على أن الذوق والمشاعر الإنسانية يدعوان إلى الاهتمام بالجيران ومراعاة أحوالهم النفسية ، والتاريخ يحدّثنا عن الكثير من القوانين والتشريعات التى صدرت لتأكيد ذلك ، فقد أصدرت ملكة بريطانيا (اليزابيث الأولى) قانونا يسمح لرعاياها بأن يضربوا زوجاتهم إذا أزعجوا نوم جيرانهم بعد الساعة العاشرة ليلاً ، كما كان هناك أيضا قانونا إغريقيا يمنع سير العجلات التى تجرها الخيل بالقرب من بيوت الفلاسفة والمفكرين وذلك خوفا من

أصوات حوافر الخيول واصطدامها بالأرض فتعمل على إزعاجهم وقطع جبل أفكارهم ، وليعيشوا فى هدوء لأن الأعمال الكبيرة تأتي دائما مع الهدوء والحالة النفسية الجيدة ، وفى ذلك ما يؤكد لنا أن الإنسان عرف مضار الضوضاء منذ زمن طويل . وما نراه اليوم من وجود مكبرات الصوت فى أماكن كثيرة ومناسبات عديدة أهو أكبر دليل على عدم الوعى البيئى . وقد نهى الله سبحانه وتعالى عن ذلك فى القرآن الكريم حتى داخل المسجد وإن كان لقراءة القرآن الكريم :

﴿ فلا تجهر بصلاتك ولا تخافت بها وابتغ بين ذلك سبيلا ﴾

﴿ سورة الاسراء آية ١١٠ ﴾

كما جاء فى القرآن الكريم فى وصف الجنة ما يؤكد على أن الهدوء من

صفاتها ﴿ لا تسمع فيها لائحة ﴾

﴿ سورة الفاتحة آية ١١ ﴾

وتعتبر الطائرات النفاثة أيضا أحد مسببات الضوضاء حيث يتراوح مستوى الضجيج الذى يصدر من محركاتها بين (١٢٠ - ١٣٠) ديسيبل . وهو ينتشر فى مساحات واسعة ، ولقد بينت الأبحاث العلمية أن مقدار حليب الحيوانات بالمزارع المقامة قرب المطارات أقل من كمية الحليب المنتجة من حيوانات المزارع المقامة فى المناطق البعيدة عن الضوضاء ، كما يقل إنتاج الدجاج للبيض أيضا فى المزارع المقامة فى المناطق عالية الضوضاء أو بالقرب من المطارات ، وقد أثبت أحد العلماء فى هولندا أن نمو النباتات يزداد أيضا فى المناطق الهادئة عنه فى المناطق عالية

الضوضاء ، ولذلك فإن بعض الدول ومنها دول الخليج قد منعت تحليق طائرات الكونكورد فى أجوائها لما تسببه من ضوضاء عالية .

وقد طالعنا الصحف قريبا بأن محكمة يابانية قد أصدرت حكما ضد الحكومة اليابانية بدفع مبلغ ٨٩٤ ألف دولار لـ ١٣٣ من سكان منطقة فى جنوب طوكيو تقع بالقرب من قاعدة عسكرية بعد أن قام سكان المنطقة برفع دعوى قضائية ضد الحكومة يطالبونها بدفع تعويض لهم عن الإزعاج والأرق الذى تسببه لهم الطائرات .

وقد أجريت العديد من الدراسات عن تأثير الضوضاء على رجال المرور وسائقى السيارات والعاملين بالمطارات فتبين أن أغلبهم قد ظهرت عليه بوادر ضعف السمع أو فقدته حسب طول فترة تعرضهم للضوضاء .

ولا تقل آلات المصانع عن السيارات والطائرات فى إحداثها للضوضاء فهى تساهم بنسبة كبيرة فى الضوضاء خاصة بالمناطق الصناعية ، وقد أثبت عالم سويدي فى عام ١٦٧٠م أن الصمم كان منتشرًا بين العمال الذين يقضون أغلب وقتهم بجوار الآلات وكذلك بين النحاسين والحدادين ، ولا شك فى أن الضوضاء قد ارتبطت بالتقدم الصناعى لدرجة تزداد يوما بعد يوم ، وليس أدل على ذلك من الدراسات التى أجريت لمعرفة تأثير الضوضاء على حالة العمل والعمال ، ففى تجربة على عمال مصنع يتصف بالضحيج خلال يوم عمل كامل وجد أن أول رد فعل

ظهر على العمال بعد دقائق من دخولهم المصنع الاحساس بالتوتر ثم طنين فى الأذن
ومضى الوقت تكيف الأذن مع الضوضاء ويقل الاحساس بالأعراض المرضية ،
ولكن باستمرار التعرض للضوضاء يبدأ الجهاز السمعى بالتدهور وتظهر الحالات
المعروفة بالصمم المهنى .

ويحلو لبعض الناس أن يفسر ارتباط الموسيقى الصاخبة والضوضاء تفسيراً
أساسه تغير نمط العلاقات الإنسانية فى العصر الحديث ، فيقول أن الشباب يسعون
بموسيقاهم هذه إلى إقامة ما يمكن أن نسميه بالحاجز الصوتى الذى يفصلهم عن
عالم الكبار ، فينفردون خلف هذه الحاجز بمنطقة مستقلة يمارسون فيها حريتهم
ومتعهم دون أن يتغص عليهم الكبار حياتهم وذلك رغبة فى أن يكون لهم صوت
مسموع يثبت وجودهم ويلفتون النظر إليهم ، وما نسمعه اليوم من أصوات
الستريو العالية فى سيارات الشباب التى تجوب الشوارع ما هو إلا أكبر دليل على
ذلك . ولو علم هؤلاء الشباب الضرر الذى يصيب آذانهم وصحتهم لما فعلوا
ذلك . فقد لوحظ أن الموسيقيين الذين يعيشون أغلب وقتهم وسط صخب صوتى
يصل إلى ٨٠ ديسيبل يتأثر سمعهم ، ويفقد الغالبية منهم القدرة على السمع وهم
فى سن الشباب . ويستخدم رجال المخابرات الضوضاء فى سحب الاعترافات من
ضحاياهم ، فعند توجيه الأصوات العالية الصاخبة يتهيج جهازهم العصبى وينقطع
النوم وتقل فترات راحتهم ثم يحدث الإعياء والانهاك لهم وهذا ما نسميه غسيل
الماغ .

وتختلف الضوضاء باختلاف الوقت فعلى سبيل المثال قد يكون سماع زنين جرس التليفون أثناء الليل غاية فى الإزعاج بينما يكون شيئا عاديا أثناء النهار ، كما لوحظ أن هناك علاقة بين أشهر السنة والضوضاء فالشتاء سمته الهدوء والسكون بينما الصيف يتميز بالحركة والنشاط والضوضاء ، كما أن العامل النفسى له دخل كبير فى الإحساس بالضوضاء يختلف من شخص لآخر أو حتى عند الشخص الواحد من وقت لآخر ، فالشخص المقل على النوم يعتبر صوت الموسيقى المنطلق من حفل موسيقى فى منزل مجاور ضوضاء ، فى حين لو كان قد دعى إلى الحفل فإنه سيشارك المحفلين فى سرورهم بالعزف ولن يتضايق بهذا الصوت مع أنه قد صار أقرب له .

وقد يكون مستوى الضوضاء مثيراً لأحد الناس عند مستوى معين فى حين يكون نفسه عاديا بالنسبة للآخرين ، كما نلاحظ عند سماع صوت التليفزيون العالى أو الستريو حيث يستجيب له البعض فى حين ينزعج منه آخرون ، وبصفه عامة فالإنسان فى حالته النفسية الجيدة يتقبل درجات من الضوضاء ما كان ليتقبلها فى الظروف النفسية السيئة .

وي تدخل عامل الزمن مع شدة الصوت فى تحديد درجة تأثير الضوضاء على الإنسان ، فكلما طالت مدة التعرض للضوضاء تزايد التأثير العصبى أو العضوى الناتج . ولقد تعود الانسان خلال مراحل تطوره الحضارى تقبل درجات عالية من

الصوت والنفحات ولكنه كان يلوك بالفطرة أن الضوضاء تثير أعصابه ، ويرتبك في أعماله ، وتعكر عليه صفاء ذهنه وانسجام سلوكه ، وتبعث فيه القلق والتوتر .

فقد أجرت شركة تأمين أمريكية تجربة لمعرفة تأثير الضوضاء على موظفيها ، فزودت حجرات مكاتبهم بطبقات من المواد العازلة للصوت ، واستمرت التجربة لمدة عام ، وقورنت النتائج بالعام السابق للتجربة ، فكانت النتائج كما يلي :

- قلت الأخطاء الشخصية للموظفين بنسبة الثلث .

- قلت نسبة الانقطاع عن العمل بمقدار النصف .

- زادت نسبة الإنتاج بمقدار ١٠ ٪ .

كما أثبتت التحارب الماثلة أن نسبة الطلاق تزيد بين الرجال والنساء العاملين في مصانع تصنف بالضوضاء العالية ، ويعود ذلك إلى توترهم النفسى ، كما وجد أن المدارس الموجودة بالقرب من الطرق السريعة أو الشوارع المزدهمة يتعرض طلابها لضوضاء مستمره وأن ذلك يؤثر تأثيرا كبيرا على درجة فهمهم وتقبلهم لما يتلقونه من معلومات ، كما تكثر بينهم الأخطاء الإملائية عند فتح النوافذ ، ولوحظ أيضا أن هذه الأخطاء تقل كثيرا عند إغلاق النوافذ مما يدل على أنه كلما قلت الضوضاء قلت الأخطاء وزاد استيعاب الدروس .

كيف تصل الضوضاء للأذن ؟

من المعروف أن الأذن تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية تنتقل عبر الأعصاب السمعية إلى المراكز السمعية في المخ ، وتعرض الأذن للتلف نتيجة تكرار سماعها لأصوات مزعجة عالية حيث تؤثر على الأجهزة العصبية ومراكز السمع في المخ ويبدأ ضعف السمع تدريجياً حتى يؤدي في النهاية إلى فقده .

وقد أجريت العديد من التجارب لمعرفة تأثير الأصوات العالية على السمع في الإنسان فبين منها أن التعرض المستمر لمستوى ٩٠-ديسيبل ولفترة ٨ ساعات يوميا ينتج عنه ضعف ثم فقد للسمع بنسبة كبيرة .

فمن المعروف أن الأذن تبدأ بالإحساس بالصوت عند ٣ ديسيبل ويصبح الصوت مفهوماً من ٥ ديسيبل ويكون مرتفعاً اعتباراً من ١٠ ديسيبل فما فوق ، ولكن عند وصول الصوت إلى ١٣٠ ديسيبل يحس الإنسان بالألم في الأذن وقد يسبب تلفاً في جهاز السمع إذا استمر فترة من الزمن ، ويكون التلف فورياً ويحدث بمجرد التعرض للصوت إذا كان في حدود ١٦٠ ديسيبل .

وبين الجدول التالي مستويات أهم الاصوات فى البيئة :

رقم	مصدر الصوت	مستوى الصوت (ديسيبل)
١	حد السمع الأدنى	صفر
٢	بداية السمع	١٠
٣	خفيف الأوراق	٢٠
٤	الهمس	٣٠
٥	منطقة سكنيه هادئة فى الليل	٤٠
٦	محادثات على مسافة ١,٢ متر	٦٠ - ٥٠
٧	جهاز تكييف من الخارج (١ متر)	٧٠
٨	خلاط	٨٠
٩	شاحنة ديزل (١٥ متر)	٩٠
١٠	شاحنة جمع القمامة	١٠٠
١١	حفلة ديسكو	١١٠
١٢	انقلاع طائرة نفاثة (٣٠ متر)	١٢٠
١٣	اطلاق صاروخ ، الصوت على حامله الطائرات	١٧٠ - ١٥٠

جدول (٦) مستويات بعض الاصوات فى البيئة

* أخطار الضوضاء على الإنسان

لا تقتصر الأضرار التي تسببها الضوضاء على الجهاز السمعى أو العصبى فقط ، فهناك أبحاث علمية أكدت أن تأثير الضوضاء قد امتد إلى البصر أيضا - هذه الأبحاث التي أجريت على العمال فى المصانع التى تشتد فيها الضوضاء - أثبتت أن قوة إبصار الذين يتعرضون باستمرار للضوضاء تضعف بشكل ملحوظ ، كما أثبتت أبحاث علمية أخرى أن الضوضاء الشديدة يمكن أن تصيب الجنين بحركات عصبية بعد ولادته .

والضوضاء المفاجئة تسبب حدوث تغيرات فى جسم الإنسان ، فهى تسبب انقباض الشرايين والشعيرات الدموية ورفع ضغط الدم وارتفاع نسبة الإصابة بأمراض القلب الناشئة عن تصلب الشرايين ، فمن المعروف أن مكونات الدم (كرات الدم الحمراء وكرات الدم البيضاء والصفائح الدموية) تتعرض لتغيرات كيميائية وفيزيائية فى الأشخاص الذين يعانون من التوتر العصبى ، وهذه التغيرات تشمل زيادة نسب الدهون والكوليسترول والأنسولين والادرينالين مما يساعد على زيادة التوتر والعصبية ، وزيادة قابلية الصفائح الدموية للإلتصاق ببعضها مكونة الجلطات ، كذلك نقص قدرة كرات الدم الحمراء فى التخلص من الأكسجين ونقص تركيز البوتاسيوم فى عضلة القلب بسبب زيادة إفراز هرمون الكورتيزون . وهذه التغيرات تودى إلى سرعة ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم * ونلاحظ أن

H. Selye , The Stress of life , Mc Graw Hill 1956 *

سكان الريف تقل بينهم الإصابة بأمراض ضغط الدم بينما تزيد بين سكان المدن خاصة المناطق المكتظة بالسكان أو الصناعية وقد ذكر تشمين Chemin أن العمال الذين يتعرضون لضوضاء تبلغ حدتها ٧٠ ديسيبل لمدة بين ٢٠ - ٢٥ دقيقة متواصلة يحدث عندهم ارتفاع فى ضغط الدم بمقدار ٢٠ ملليمتر زئبق .

كما تودى الضوضاء للإضطراب فى عملية التنفس وقد تؤثر على وظائف المخ ، وتحدث نقصا فى إفراز الحمض المعدي مما يؤدي إلى عسر الهضم كما يتأثر الكبد والكلى ، ولعل الصداع هو أكثر الأعراض انتشارا نتيجة للضوضاء .

وكما قلنا بأن مراكز الإحساس بالسمع فى المخ تتأثر كثيرا بالضوضاء ويبدأ ضعف السمع تدريجيا حتى يفقد تماما ويؤدى إلى الصمم . ويمكن إدراك ذلك الأثر إذا علمنا أن القبائل التى تسكن جنوب السودان حيث لا توجد أصوات عالية لديهم إلا اللواجن وما يصدر عنها من أصوات خافته تكتمها المزروعات ، حيث لا توجد طرق أسفلتية أو أى سطوح عاكسة للصوت فى المنطقة . وقد وجد بالبحث أن أفراد هذه القبائل الذين تقع أعمارهم بين ٧٠ - ٧٩ عاماً يستطيعون سماع أصوات لا يمكن أن يسمعوها الشباب فى سن ٢٥ عاماً من الذين يعيشون فى المدن الصناعية .

ولعل ذلك يوضح لنا جانب هام من المشكلة ، وهو الجانب الأخلاقي ، فهذا التسبب فى تعامل الناس مع الأصوات يرجع إلى القوضى التى حلت محل

بعض القيم الأخلاقية والتي جعلت الحياة فى المدينة على عكس ما هو مطلوب من حياة متحضرة . فنحن بحاجة إلى الوعى البيئى بأضرار الضوضاء والتمسك بالقيم الفاضله التى تعيد لأغاط التعامل ، والعلاقات الاجتماعية فى المدينة ما هو منتظر من حياة توصف بأنها متحضرة . يجب أن يكون ذلك ضمن دعوة شاملة لتنمية الوعى البيئى بين المواطنين محاميه الضوضاء واحترام الملكية العامة للفضاء الصوتى . فالأذن مثل العين جوهره غالية ، ونعمة السمع من النعم الكثيرة التى أنعم الله بها علينا فيجب المحافظة عليها .

* كيف نتقى أخطار الضوضاء ؟

هناك الكثير من الطرق التى يجب أن تتبعها لنقل من تأثير الضوضاء على الإنسان بقدر الإمكان مثل :

- (١) أن يقل عدد سكان المدن بحيث لا يتجاوز خمسين ألف فقط .
- (٢) ان تحاط المدينة بحزام من الأشجار والمزروعات وخاصة بعض الاشجار التى ثبت أنها تقلل الضوضاء إلى حد كبير مثل أشجار الفيكس والدورانتا .
- (٣) يزداد عدد المنتزهات لأن لها تأثيراً نفسياً طيباً يساعد على تهدئة الأعصاب .
- (٤) ينصح خبراء تخطيط المدن أن يتم تخصيص مناطق صناعية بعيدة عن المساكن وأن يراعى فى ذلك اتجاهات الرياح عند إقامتها .

- (٥) الابتعاد عن إقامة المساكن والمدارس بمجوار المطارات والتي يجب أن تكون بعيدة عن المدن .
- (٦) مراعاة القواعد السليمة فى البناء للتخفيف من صدى الأصوات وتغليف الجدران بمواد عازلة للأصوات .
- (٧) عدم استخدام أجهزة التنبيه فى السيارات إلا فى حالات الضرورة .
- (٨) منع السيارات التى تكون مواسير العادم بها مثقوبة أو تالفه من السير .
- (٩) التحكم فى آلات المصانع بطرائق عديدة لامتناص الضوضاء الصادرة عنها .
- (١٠) استخدام كواتم الصوت فى المصانع .
- (١١) قيام أجهزة الإعلام سواء عن طريق الصحافة أو الاذاعة أو التلفزيون بتعريف المواطنين بالآخطار الصحية والنفسية والعصبية المرتبطة بالضوضاء .
- (١٢) غرس القيم البيئية فى نفوس النشء خاصة بين تلاميذ المدارس وتعريفهم بآخطار الملوثات ومنها التلوث الضوضائى .

تلوث الماء... والبيئة

﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي إلا الذين يؤمنون﴾
﴿سورة الأنبياء آية ٣٠﴾

بدون الماء لا تكون هناك حياة ، فبدونه لا تنمو النباتات التى تقوم بعملية البناء الضوئى ، ففي هذه العملية يقوم النبات بتحليل الماء إلى عنصرية وهما غازا الهيدروجين والأكسجين ، حيث يتصاعد الأخير للهواء الجوى والذى لولاه لما عاشت الكائنات الحية ، أما الهيدروجين فيكون مع غاز ثانى أكسيد الكربون سكر الجلوكوز ومنه يبدأ تكوين جميع المواد الغذائية . لذلك فالماء هو المصدر الأساسى للحياة .

نلاحظ دائما وعلى مر التاريخ أن الحضارات تنمو مع وفرة الماء ، وكما ازدادت أعداد السكان زادت نسبة استهلاك المياه ، سواء للشرب أو لمختلف الاستخدامات البشرية من أنشطة زراعية وصناعية ... الخ .

وتقدر كمية الماء فى الكرة الأرضية بـ ١.٤ مليار كيلومتر مكعب منها ٩٧٪ عبارة عن مياه البحار والمحيطات (من هذه الكمية ٢٪ جليد القطبين

الشمالي والجنوبي) أما المياه العذبة فهي تبلغ ٠,٨ ٪ تقريبا . وتحتوى مياه البحار والمحيطات على ١٣٥٠ مليون كيلومتر مكعب من المياه ، ويمثل جليد القطبين ما يقارب من ٤٠ مليون كيلومتر مكعب ، كما تحتوى الأنهار والبحيرات على حوالى ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر مكعب من المياه العذبة . ورغم ذلك تطالعنا إحصائيات منظمة الصحة العالمية بأن هناك ٤٥٠ مليون شخص فى ٨٠ دولة يعانون من قلة المياه أو يستخدمون مياهاً ملوثة . أما المياه الجوفية فتصل كميتها إلى حوالى ٤ مليون كيلومتر مكعب ، كما يوجد الماء فى الغلاف الجوى على هيئة بخار وسحب وثلوج حيث يكون حوالى ١٥٠٠٠ كيلومتر مكعب .

وتغطى المياه حوالى ٧١ ٪ من سطح كوكب الأرض ، وأما باقى السطح (٢٩ ٪) فتكونت عليه القارات ، وليست هذه النسبة وليدة الصدفة ولكنها لحكمة إلهية ، حتى يتم تلطيف مناخ الأرض بتوزيع درجات الحرارة على سطحها توزيعاً منتظماً ولولا ذلك لأصبحت فروق درجات الحرارة على الأرض كبيرة جداً لدرجة لا تسمح بقيام حياة فيها كما هو حادث على سطح القمر - الخالى من الماء - حيث تصل درجة الحرارة على سطحه نهاراً إلى درجة غليان الماء (١٠٠° س) وتصل ليلاً إلى ما دون الصفر السيليزى .

وحتى تتخيل مقدار كميات الماء فى البحار والمحيطات ، تصور أنها تغطى سطح اليابسة بطبقة ، هذه الطبقة سيعلى سمكها ١٣ كيلومتر تقريبا . ويقدر

متوسط عمق المحيطات بحوالى ٤٧٠٠ متراً ، ويبلغ أقصى عمق معروف حوالى ١١٠٠٠ متراً وذلك فى المحيط الهادى بالقرب من الفلبين .

وللماء يمثل فى المتوسط حوالى ٦٣٪ من وزن الجسم (تختلف هذه النسبة من عضو لآخر) كما يمثل الماء نسبة أكبر من وزن النباتات . ومن المعروف أن المياه المالحة والتي تكون النسبة الغالبة من المياه على سطح الأرض غير صالحة لاستخدام الإنسان كما هى ، ولا بد من تحويلها إلى مياه عذبة ، وهذا يوضح أهمية الالتزام بترشيد استهلاك المياه . فقد تبين للإنسان أخيراً أن المياه العذبة لن تكون سهلة المنال فى المستقبل القريب ولا بد له أن يدرك أهمية عدم الإسراف فى استعمالها عملاً بقوله تعالى فى كتابه الكريم ﴿ كلوا واشربوا ولا تسرفوا ﴾ ﴿ سورة الأعراف آية ٣١ ﴾

وما نراه ونسمع عنه من مشكلات الجفاف التي تعاني منها كثير من البلاد بين الحين والآخر هو أوضح دليل على ذلك فالماء ضرورى لقيام كل عضو من أعضاء الجسم بوظائفه الحيوية ، وبدون الماء لا يمكن لهذا العضو أن يستمر فى عمله ، ومن الوجهة الكيميائية فوجود الماء لازم لحدوث التفاعلات الكيميائية التى تتم فيه ، وهو يحتوى على غاز الأكسجين الذائب الضرورى لحياة الكائنات الحية التى تعيش فيه كما يحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق من الكائنات الحية أثناء عملية التنفس ، والذى تزداد نسبته فى العمق نتيجة عمليات التعفن والتخمير التى تستهلك كمية من الأكسجين .



شكل (٢٣) الماء فى الطبيعة

وتحتوى مياه البحار على ثروات هائلة ، فهى أولا المصدر الرئيسى لأملاح
وأكاسيد معدنية كثيرة مثل ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) الذى لا نستغنى عنه
وكذلك أملاح كلوريد وكبريتات الماغنسيوم التى نمدنا بعنصر الماغنسيوم الذى
يدخل فى كثير من الصناعات مثل الطائرات والقنابل المضيفة ، وأملاح البروم
والiod الهامة فى صناعة الأدوية والصبغات وكذلك أملاح النيتروجين والفوسفور
التي لها أهمية خاصة فى مياه البحار بالرغم من ضآلة تركيزها حيث تمتصها

البلاكتكنزات النباتية التي تعتبر مصدر الغذاء لكل الأحياء البحرية الأخرى . وهناك ثروات معدنية تزسب على شواطئ البحار والمحيطات وأمام دلتا الأنهار كالثير والماس ، كذلك اللؤلؤ والمرجان المستخدم فى الزينة ، كما توجد مناجم النجنيز والفوسفوريت فى قيعان المحيطات كذلك يستخرج البترول من مكامنه الممتده تحت قيعان البحار ، أيضا توجد الرمال المشعة التى تحتوى على معادن الزركسون والمنجنيث والمونازيت ، ويقول الله تعالى فى كتابه الكريم عن ثروات البحار ﴿وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها﴾ ﴿سورة النحل آية ١٤﴾

وتتصل جميع البحار والمحيطات ببعضها البعض ، وتبادل المياه عن طريق التيارات السطحية والعميقة والتي تتكون بتأثير حرارة الشمس حيث تقوم الشمس بتسخين الهواء الملاصق للماء فتحدث الرياح التى تدفع بدورها المياه السطحية فى اتجاه هبوبها ، كما أن الحرارة تغير من كثافة الماء فيتقل الماء الأقل كثافة إلى السطح بينما يهبط الماء الأكبر كثافة بتأثير الجاذبية وتيارات الحمل إلى القاع فتحدث التيارات العميقة .

ونجد أن للماء دورة فى الطبيعة فقد علمنا أن المياه تغطى حوالى ٧١٪ من سطح الكرة الأرضية ، حيث يتبخر جزء من المياه المعرضه للهو ويرتفع البخار إلى أعلى فتتخفف درجة حرارته ويتكثف مكونا السحب التى تسقط مطراً فتغذى الأنهار والبحار والمحيطات. والمياه الجوفية مرة أخرى . والمطر لا يهطل على جميع أنحاء الكرة الأرضية بالتساوى ولكنه يهطل قليلا فى بعض المناطق وفى مناطق

أخرى يهطل بغزاره ، ولو سقط بالتساوى على جميع أجزاء الكرة الأرضية لجعلها كلها خضراء يانعة مزدهرة . ولكنها حكمة الله !!

فالمحيطات والبحار يتبخّر منها يومياً حوالى ٨٧٥ كيلومتر مكعب من الماء ، يعود منها حوالى ٧٧٥ كيلومتر مكعب يومياً على هيئة أمطار بينما تحمل الرياح إلى اليابسة حوالى ١٠٠ كيلومتر مكعب فى اليوم . وتفقد اليابسة حوالى ١٦٠ كيلومتر مكعب من الماء يومياً على هيئة بخار ولكنها تستقبل ٢٦٠ كيلومتر مكعب يومياً على هيئة أمطار (جملة ما فقدته علاوة على ما حملته لها الرياح من مياه المحيطات) ولكن هذه الزيادة الأخيرة (١٠٠ كيلومتر مكعب) تعود إلى المحيطات والبحار مره أخرى عن طريق الأنهار والمياه الجوفية التى تذيب بعض الأملاح أثناء سريانها فى طبقات الأرض ولذلك تتكون ينابيع المياه المعدنية .

من كل ما سبق نرى أن للماء دورة طبيعية تبدأ بالبخار المتصاعد من المسطحات المائية ، ونتيجة انخفاض درجة حرارته يكون السحب أو يتجمد ويكون الجليد على الجبال - ثم ينزل السحاب على هيئة مطر . ونتيجة لسقوط الأمطار أو انصهار الجليد يجرى الماء فى صوره أنهار وجداول ، كما يكون البحيرات العذبة التى تصب بدورها فى البحار والمحيطات أما الجزء الآخر فيتسرب إلى باطن الأرض على أعماق مختلفة فى صورة مياه جوفية قد تخرج على سطح الأرض على شكل ينابيع أو آبار معرضه للتبخّر أيضا ..

والمياه الجوفية تعتبر المورد الوحيد للمياه فى كثير من بلدان العالم التى تفتقر إلى الأنهار وهى تتميز عن المياه الأخرى لأسباب عديدة أهمها :

(١) أقل عرضه للتلوث بنفايات المصانع والمجارى ولكن الإنسان فى العصر الحديث لم يتركها كذلك بل دفن النفايات السامة والمشتعة فى الأرض فوصلت إلى المياه الجوفية ولوثتها .

(٢) المياه الجوفية لا تتعرض لأخطار الفيضانات ، كذلك فإن المساحات التى تشغلها يمكن استغلالها فى الزراعة .

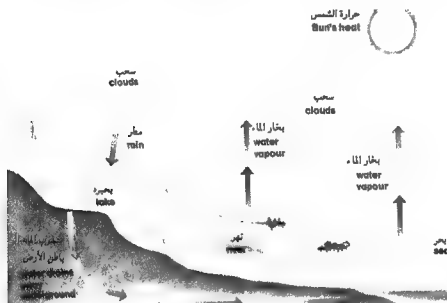
(٣) تمثل إحتياطيا هائلا من الماء يمكن الاستفادة منه عند حدوث نوبات الجفاف .

(٤) استخدامها أقل تكلفة من استخدام المياه السطحية ، فحضر بهر لا يتكلف بناء وإقامة قنوات للرى وخزانات علاوة على مصاريف صيانتها من وقت لآخر .

وبالرغم من أن كمية المياه فى الدورة الطبيعية ثابتة تقريبا إلا أن طريقة توزيعها والتحكم فيها قد تخضع فى كثير من الأحيان لإرادة الإنسان .

ويعتبر ماء المطر ماء مقطراً فهو أنقى أنواع المياه - هكذا كان فى الماضى - ولكنه الآن ومنذ اللحظة الأولى لتكثف بخار الماء فإن التلوث يصل إليه ، إذ أن بخار الماء يبدأ فى التكثف حول جزيئات صغيرة باردة من الغبار أو السناج الناتج من المصانع ، وينوب فى مياه الأمطار كثير من الغازات ، كما يُحمل بالغبار

المتطائر بالإضافة للميكروبات العالقة بالجو . ولكن على الرغم من كل هذا فإنه يكون عمليا فى صورته نقية نسبياً ، وهذا المصدر من الصعب الاعتماد عليه كمصدر للمياه وذلك لصعوبة جمعه أو التنبؤ الدقيق بموعد سقوط المطر .



شكل (٢٤) دورة الماء فى الكون

وبالرغم من أهمية الماء للحياة سواء للشرب أو للرى وتوليد الطاقة واستخدامه فى الصناعة ... إلخ إلا أن الإنسان يقوم بتلويثه وجعله غير صالح للاستهلاك وذلك بضخ النفايات والملوثات إلى مصادره رغم أن القرآن الكريم قد حذرنا من ذلك إلا أن الإنسان لا يحافظ على النعم التى أنعم الله بها عليه .

﴿ ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ﴾

﴿ سورة الروم آية ٤١ ﴾

وبنظرة سريعة سيتضح لنا أهمية الماء الذى لا نحرص عليه ، فعلى سبيل المثال الأرز وهو غذاء رئيسى للملايين البشر يحتاج إنتاج الكيلوجرام منه حوالى ٢٥٠٠لترأ من الماء بينما يحتاج إنتاج كيلو جرام واحد من اللبن إلى ٤٢٠٠ لترأ من السماء ، ويحتاج إنتاج كيلوجرام من اللحم إلى حوالى ٣٢٠٠٠ لترأ من السماء (حيوانات اللحوم تتغذى على النباتات كما أنها تستهلك ماء للشرب) .

ومع أن النبات يحصل على كميات كبيرة من الماء من التربة إلا أنه يطرح الجزء الأكبر مما يحصل عليه إلى الخارج على شكل بخار ماء من خلال الثغور فى عملية التنح ، أما العمليات الصناعية فتحتاج كميات أكبر من الماء من تلك التى تحتاجها العمليات الزراعية ، فتصنيع سيارة واحدة يستهلك ٤٠٠,٠٠٠ لترأ من الماء وللحصول على طن واحد من الحديد نحتاج إلى ١٦٠,٠٠٠ لترأ من الماء وإنتاج طن واحد من الورق يستهلك ٨٠٠,٠٠٠ لترأ من الماء وصناعة طن واحد من البلاستيك يستهلك ١,٣٢٠,٠٠٠ لترأ من الماء .

الماء إذن مكون أساسى من مكونات البيئة لا يمكن الاستغناء عنه لاستمرارية الحياة .

* التلوث المائى

التلوث المائى فى أبسط صوره هو " إفساد نوعية الماء مما يؤدى لحدوث خلل فى نظامه الأيكولوجى فتصبح المياه ضارة أو مؤذية " ويمكن التعرف على درجة تلوث المياه بصفة عامة بقياس المحتوى الأكسجينى لها . فكلما زادت

الملوثات فى الماء أدى ذلك إلى استهلاك الأكسجين المذاب فيه وبالتالي اختناق عدد كبير من الكائنات الحية المائية وقد ينعدم وجود الكائنات فيطلق على هذه المياه .. مياه ميتة ، إذا قللة الأكسجين أو انعدامه دليل على مقدار التلوث فى الماء .

فلو أخذنا كمثال بحر البلطيق أو البحر الأبيض المتوسط أو بحر قزوين لرأينا أن التلوث قد ازداد بدرجة أصبحت مؤثرة على حياة الكائنات الحية مما أدى إلى موت الكثير منها ، وفى أمريكا الشمالية فقدت معظم بحيراتها ثرواتها السمكية بتأثير الملوثات .

ولو أخذنا إحدى البحيرات الموجودة فى مصر كمثال وهى بحيرة مريوط (جنوب مدينة الاسكندرية) نجد أنها تعتبر واحدة من المسطحات المائية التى يتزايد فيها مستوى التلوث يوماً بعد يوم نتيجة لاتساع النشاط العمرانى حولها . مما يؤدي إلى إلقاء المخلفات المنزلية والصناعية فى البحيرة ، وبالتالي يرتفع محتواها من المواد العضوية التى تستهلك الأكسجين خلال عمليات الأكسدة فتكون النتيجة نفاذ الأكسجين اللازم لتنفس الكائنات الحية ، ومن ناحية أخرى فإن الأكسجين يُستهلك فى تفاعلات المخلفات الصناعية الملوثة لمياه البحيرة لتنتج مواد لها تأثير سام على الأسماك ولذلك فإن الثروة السمكية كادت أن تنتهى من البحيرة .

وما يقال عن هذه البحيرة يقال عن كثير من الأنهار التى كانت مصدر ثروة كبيرة من الأسماك كنهر التيمز ونهر النيل والتى عانت من التلوث نتيجة لإلقاء مخلفات وفضلات المدن المقامة على كل منهما . ففى مدينة لندن مثلاً " وهى تقع

على نهر التيمز " ، كانت تلقى فيه كل مخلفاتها بما فيها مياه المجارى مما جعله يتحول إلى نهر ميت ، وقد أدى ذلك إلى انتشار الأمراض بين سكان المدينة فى الفترة من عام ١٨٤٩ - ١٨٥٣ ونتج عن ذلك وفاة أكثر من عشرين ألف شخص . ولكن بعد أن تنبه سكان المدينة إلى السبب فعلوا المستحيل من أجل إعادة النظافة والحياة إلى مياه النهر وعادت الحياة تدب فيه من جديد على نحو ما نراه اليوم .

ولا ننسى أيضا البحر الأبيض المتوسط حيث تلقى فيه كل المدن المقامة على سواحله بمخلفاتها مسببه زيادة نسبة التلوث به والقضاء على الثروة السمكية يوماً بعد يوم . وترجع خطورة الملوثات إلى آثارها على الكائنات الحية المائية وعلاقة هذه الكائنات واعتمادها فى غذائها على بعضها البعض ، ويكون تأثير الملوثات كالتالى :

- (١) بعض الملوثات له تأثير سام مباشرة على الكائنات البحرية التى تلامسها .
- (٢) الملوثات تستهلك الأكسجين الذائب فى الماء بكميات كبيرة فتعنتق الكائنات الحية المائية وتموت .
- (٣) أنواع من الملوثات تعمل على نمو نباتات مائية ضاره أو ترسب السموم فيها ، وقد تتغذى عليها حيوانات مائية أخرى وتموت .

* مصادر تلوث الماء

هناك العديد من المصادر التي تسبب تلوث المياه ، نذكر منها :

- (١) النفط ومشتقاته .
- (٢) مخلفات المصانع
- (٣) المبيدات الحشرية .
- (٤) مياه الصرف الزراعى .
- (٥) مياه الصرف الصحى
- (٦) الأمطار الحمضية .
- (٧) الطحالب .
- (٨) المواد المشعة .

أولاً : التلوث بالنفط ومشتقاته

لم تعرف دول العالم ظاهرة التلوث النفطى إلا قريباً ، وذلك بعد انتشار استخدام البترول فى أغراض حياتية كثيرة وأصبح أهم مصادر الطاقة فى الوقت الحالى ، كما أصبح شريان الحضارة الإنسانية فى كثير من مرافقها . وبالرغم من كل المزايا التى جلبها البترول للبشرية ، فإنه كان السبب الأول فى تلوث البيئة سواء بالنسبة للماء أم للهواء أم للترية

ويتميز البترول عن غيره من مصادر الطاقة الأخرى بوجود مشتقات له على الصورة الصلبة والسائلة والغازية مما يزيد من إمكانية تلويثه للأرض والماء

والهواء سواء فى عمليات الإنتاج والنقل والتكرير أو فى عمليات التوزيع والاستهلاك .

ولا تقتصر آثار التلوث الناتج عن البترول ومتجاته على صحة الإنسان والكائنات الحية المائية فحسب ولكن أيضا على النباتات والغابات خاصة بسبب الغازات الحمضية الناتجة عن استخدامه كوقود . لذلك يأتى النفط ومتجاته فى مقدمة الملوثات الخطره على البيئة .

يدخل النفط إلى البيئة البحرية بطرق عديدة مثل : -

(١) بواسطة ناقلات النفط إذ أنها بعد أن تفرغ حمولتها من النفط أو متجاته فى ميناء ما تملأ خزاناتها بماء البحر لحفظ توازنها (ماء الموازنه) وقبل دخولها ميناء الشحن تفرغ حمولتها من هذا الماء الملوث بالنفط فى البحر ، ويتسدر أن ناقلات النفط تلقى بحوالى ١٪ من حمولتها من النفط فى ماء البحر ، ولذا فإن ما يلقى فى مياه البحار والمحيطات بالنفط من هذا المصدر قدر بما يزيد عن ٢٠٠٠ طن يوميا .

(٢) تسرب النفط من الآبار البحرية مباشرة إلى مياه البحر عند حدوث انفجارات فى الآبار المتتجه له مثل حادث بحر الشمال عام ١٩٧٧ ، وما حدث لأحد الآبار السعودية بالخليج العربى عام ١٩٨٠ .

(٣) حوادث تصادم الناقلات أو جنوحها عن خط سيرها نتيجة سوء الأحوال الجوية ، ويتناسب التلوث مع حجم الناقله التى وقع لها الحادث أو من قربها أو بعدها عن الشواطئ ، وهذا التلوث يحدث أضرارا كبيرة بالكائنات الحية البحرية .

ومن أمثلة هذه الحوادث غرق الناقله " أموكوكاديز " عام ١٩٧٨ أمام شواطئ فرنسا وكانت حملتها ٢٢٠٠٠٠ طن من النفط تلحق على هيئة بقعه هائلة غطت مساحة كبيرة أمام الشواطئ الفرنسية ملوثه لهاها مما أدى إلى قتل الأسماك وكثير من الكائنات الحية التى تعيش فى هذه للمنطقة .

ونظرا لأن زيت البترول أقل كثافة من الماء (أخف) فإنه ينتشر بسرعة فوق سطح الماء مكونا طبقة رقيقه تتسع بفعل الأمواج والرياح ، وتبدأ المكونات الطيارة فى التبخر لتحملها الرياح ملوثه الهواء ، وتبقى الأجزاء الثقيلة فتتحول تدريجيا إلى كتل صغيره سوداء تعرف باسم (كرات القار) وهى تنتج من أكسدة البقايا النفطية بواسطة الأكسجين الجوى . وتحتوى هذه الكرات على بعض المركبات الهيدروكربونية وعناصر الكبريت وبعض المركبات الأسفلتية . وتحمل المياه والأمواج بعض الكرات لتشرها فى كل مكان ، بينما ينزل أغلبها إلى الأعماق وتغطي قاع البحر بما تحويه من مواد سامه تؤثر على الكائنات الحية . ويصحب تلوث المياه بزيت البترول نوع من التلوث الكيميائى نتيجة تعرض بقعه الزيت للشمس والأكسجين الجوى حيث يحدث تفاعل كيموضوى وتنتج من هذا

التفاعل بعض المواد الكيميائية السامة التي تؤدي إلى الضرر الكبير بالكائنات الحية في البيئة البحرية . وهذه الحوادث البحرية تساهم بنسبة ١٠ ٪ من التلوث النفطي للبحار والمحيطات .

(٤) أثناء عمليات الكشف عن النفط وإنتاجه فإن الغازات المصاحبة للبرول تندفع إلى الهواء الجوي والماء وهي تتكون من كبريتيد الهيدروجين والغازات الهيدروكربونية وبالطبع فإنها تسبب تلوث الماء .

(٥) تسرب النفط إلى مياه البحار تتيح بعض الأخطاء التي تحدث أثناء عمليات الاستكشاف أو أثناء استخراج الزيت من الآبار البحرية أو تسرب النفط من بعض خطوط الأنابيب التي تحمله إلى شواطئ البحار .

(٦) النفايات والمخلفات البترولية التي تلقىها ناقلات البرول أثناء سيرها في مياه البحار والمحيطات محدثه التلوث النفطي .

ولكن كيف يلوث النفط الماء ؟

النفط كما نعلم يميل لونه للأسود ، علاوة على تكوينه تلك الكرات

القطرانية على هيئة طبقة رقيقة جداً فوق سطح الماء ، وهو بذلك يحجب ضوء

الشمس ويمنعه من الوصول إلى مياه البحر مما يؤثر على الكائنات الحية خاصة

البلانكتونات النباتية والتي تعتبر القاعدة الأساسية لتغذية بقية الكائنات البحرية ،

لذلك تتأثر الأسماك وتموت ومن المعروف أن جالون واحد من النفط له القدرة

على الانتشار على مساحة ١٥٠٠ متر مربع من سطح ماء البحر . كذلك فوجود النفط في الماء يساعد على زيادة نشاط البكتريا لأنه في الأصل مادة عضوية ، تقوم هذه البكتريا بتحليل النفط مستهلكة في ذلك كميات هائلة من الأكسجين المذاب في الماء فلا تجد الأسماك ما تنفسه من الأكسجين . ويقدر أن تحلل برميل واحد من النفط يستهلك الأكسجين الموجود في ٤٠٠,٠٠٠ برميل ماء .

وعلى الرغم من أن منطقة الخليج كانت ومازالت تعيش هموم بقعة الزيت التي تدفقت من آبار جقل نبروز الإيراني والذي انفجر بسبب الحرب العراقية الإيرانية ، (لأن الخليج طبيعته الجغرافية تجعل منه بيئة حساسة جداً لأي تلوث نفطي بكميات كبيرة ، فمساحته صغيرة نسبياً (٢٢٦ ألف كيلومتر مربع) وهو أشبه ما يكون ببحيرة مغلقة حيث لا يزيد مدخله عند مضيق هرمز عن ٦٠ كيلومتراً . لذلك فمياهه بطيئة التجدد وأي تدهور في نظامه البيئي يصبح من الصعب علاجه . ومع ذلك فقدرة الخليج على تنظيف نفسه بمئاته (ولكنه تعرض لكارثته بيئية أثناء الغزو العراقي الفاشل على دولة الكويت عندما احترقت آبار البترول في الكويت ، حيث تم تدمير وإشعال النيران في ٧٣٢ بئراً بترولية وقدرت كمية النفط المحرق من هذه الآبار بحوالي ٦ مليون برميل يومياً بينما تؤكد الدراسات التي أجرتها الأمم المتحدة أن حوالي ٦٠٠٠ برميل فقط كانت تسكب يومياً في مياه الخليج حيث كونت أكبر بقعة زيت في العالم ، وقد أثرت هذه البقعة على عمليات تحلية المياه وكذلك على الكائنات الحية التي تعيش في مياه

الخليج وتم تدمير الشعب المرجانية التي تعتبر مأوى للكائنات البحرية مما يستلزم مرور سنوات عديدة لإعادة التوازن البيئي لمياه الخليج .

ومع أن الحسائر المادية لهذه الكارثة يمكن تعويضها في أي وقت ، لكن التدمير البيئي وأثر هذه الكارثة البيئية على المجتمع الدولي عامة والكويتي خاصة هو الذي لا يمكن تعويضه بأي حال من الأحوال حيث لم تكن الآثار البيئية لهذه الكارثة تقتصره على الكويت أو على دول الخليج فقط ولكنها امتدت لتشمل أغلب دول العالم .

وأهم العناصر التي تأثرت بهذه الكارثة البيئية هي :

(١) الأحياء البحرية بأنواعها المختلفة .

(٢) الطيور البحرية .

(٣) الحياة النباتية وخاصة نبات المنحروف الموجود في عدة مناطق على سواحل دول الخليج .

(٤) السواحل ومناطق الشواطئ الغرفية .

(٥) الشعاب المرجانية - حيث تأثرت بالنفط الذي حرمها من الضوء وتسبب في موتها علاوة على الكثير من الأضرار مثل صعوبة النزعات البحرية وتدمير منصات الحفر وإحراق الآبار .



شكل (٢٥) طيور ميتة من جراء تلوثها بالنفط

* مكافحة التلوث النفطي

من الأهمية أن يتم مكافحة التلوث النفطي قبل وصوله للشواطئ ،
وحيث إن دول الخليج أصبحت تضمها منظمه مشتركة لحماية البيئة البحرية فى
مياه الخليج (المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية) فإن ذلك يساعد على الإسهام
بمجهديه فى درء الأخطار عن البيئة البحرية فى منطقة الخليج .

وهناك طرق فيزيائية وكيميائية عديدة لإزالة الملوثات النفطية من البحار والمحيطات . فهي إما أن تُحول إلى مركبات أخرى بواسطة طرق كيميائية أو كيميائية حيوية ، أو تنقل للهواء الجوى ، أو تحقن فى الرواسب القاعية بواسطة طرق فيزيائية .

وتتوقف أهمية الطريقة المتبعة على خلط المركبات الهيدروكربونية التى يتزكّب منها النفط ، فالمركبات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة تتبخر بفعل حرارة الجو ، كما يتأكسد جزء بفعل الضوء ويُنقل إلى الهواء الجوى .

وأهم الطرق المتبعة فى إزالة الملوثات النفطية هى :

(١) جمع النفط وكشطه ، ويتم ذلك بنثر مسحوق فحم منشط أسفل سطح النفط الطافى أو العالق فى الماء فتعمل دقائق الفحم على تكثيف جزيئات النفط والتصاقها ، ثم تكشط بكاشطات خاصة ويجمع .

(٢) دمج النفط فى الرواسب البحرية ، ويتم ذلك بإحداث دوامات هوائية فيعمل على نقل النفط إلى القاع حيث تلتصق مركبات النفط بالرواسب البحرية السفلية حيث يتحلل بفعل البكتيريا .

(٣) نقل النفط إلى الهواء الجوى حيث تعمل حرارة الجو على تبخير جزء من النفط وهذه الطريقة لا تقلل من خطورة التلوث بل تزيد من رقعته .

(٤) الموانع المطاطية ، فتوضع هذه الموانع بأشكال بيضاوية أو دائرية وأحيانا على شكل خطوط مستقيمة كل حسب اتجاه الرياح وحركة الأمواج فى تلك المنطقة للحيلولة دون وصول الملوثات إلى المنشآت الحيوية كمحطات التقطير مثلا .

(٥) إضافة مواد كيميائية ليقع الزيت الطافية فوق سطح الماء ، وتعتر من الطرق الضارة ولا تستخدم إلا فى حالات الضرورة القصوى وذلك لما تسببه من نتائج سلبية على الأحياء البحرية ، لأن إضافة مواد كيميائية معناه إضافة سموم ضارة وقاتله بالنسبة للثروة السمكية ، وبقيّة الكائنات البحرية .

(٦) طرق تعتمد على الكائنات الحية الدقيقة التى تتغذى على المركبات الهيدروكربونية النفطية والتى تقوم بتحليل هذه المركبات متتبعه عدة مركبات. لها خطورتها أيضا على الكائنات الحية التى يتغذى عليها الإنسان .

(٧) استخدام المصдات والشباك حيث تقوم تفتت البقع النفطية إلى كرات نفطية قطراته *tartalls* وتقوم للمصدات والشباك بحجز هذه الكرات وتمنعها من الوصول للأماكن الحساسة مثل مأخذ المياه فى محطات التقطير ثم تجمع هذه الكرات وتزال .

وأما كانت الطريقة ، فإنه لا يتم إزالة كل الملوثات من الماء إذ أن هناك بعضا منها يبقى ذائبا فيه .

* ثانيا : المصانع ... وتلوث الماء

/تعتبر المصانع من أكبر مصادر تلوث مياه الأنهار والبحار والمحيطات / وقد ظهر هذا النوع من التلوث فى النصف الثانى من هذا القرن نتيجة التقدم الصناعى المائل / فالمصانع تلوث المياه بمخلفاتها التى تلقى فى هذه المياه ، والمخلفات تحتوى على كثير من المواد الكيميائية السامة . وتأتى خطورة هذه المواد من أنها تبقى وقتا طويلا فى مياه البحار وتتراكم ببطء وبشكل تدريجى / وهناك حالات من التلوث شديدة الخطورة لدرجة أنه حدث أن اشتعلت مياه أحد أنهار الاتحاد السوفيتى السابق (نهر إيسيت) عندما ألقى فيه سيجاره مشتعله . ومن ذلك يتضح خطورة المخلفات الصناعية التى تلقى فى المجارى المائية ، وقد رأينا بأنفسنا الكثير من المجارى المائية المجاورة للمناطق الصناعية وقد أصبحت مياهها آسنة مليئة بمخلفات المصانع وذات ألوان داكنة .

وحتى لو كانت هذه المخلفات غير سامة فإنها تستهلك كميات هائلة من غاز الأكسجين اللذات فى الماء مسببة موت الكائنات الحية التى تعيش فى المياه .

وتعتمد أنواع المواد الكيميائية المتخلقة عن الصناعات والتي تلقى فى المياه على نوع الصناعات المقامة ، كما تعتمد على نوع المعالجة الكيميائية التى تجرى فى كل مصنع - إذا كانت هناك معالجة أصلا - ولكن تشترك أغلب المصانع فى سكبها مواد معينة مثل الأحماض والقواعد والمنظفات الصناعية وبعض مركبات الفوسفور والمعادن الثقيلة السامة مثل الرصاص والزئبق ، وهذه المواد تسبب تلوثا

شديدا للمياه التي تلقى فيها ويبقى أثرها الضار فترة طويلة . وتركيز هذه المواد قليل فى الوسط البحرى لكنها تعثر مع ذلك شديدة الخطوره على الإنسان ، وذلك يرجع إلى تراكمها فى البلاكتونات النباتيه التي تمتص هذه العناصر وتجمعها فى أنسجتها وتنتقل عبر السلسلة الغذائيه إلى الإنسان عن طريق الأسماك والقشريات ، وبالطبع يزداد تركيز هذه المواد بشكل تدريجى كلما انتقلت من حلقة إلى أخرى فى السلسلة الغذائيه .

ومن أخطر العناصر المعدنية السامة التي تلوث مياه البحار عنصر الزئبق والذي يدخل فى كثير من الصناعات مثل صناعة لب الخشب والمبيدات ، وكذلك من معطيات توليد القوى التي تعتمد على الوقود الأحفورى والذي يحتوى على كميات من الزئبق . وقد أثبتت الدراسات أن الكائنات الحية الموجودة فى مياه ملوثة بالزئبق تحتوى على تركيزات من هذا العنصر السام الخطير وذلك بنسبة أعلى آلاف المرات مما يوجد فى المياه الملوثة . وقد أصبحت ظاهرة تلوث الأسماك بالزئبق معروفة فى كثير من بحار العالم مما يهدد حياة الناس الذين يتناولون هذه الأسماك الملوثة كغذاء . وقد ظهرت حوادث تسمم كثيرة نتيجة لتناول الإنسان لثقل هذه الأسماك لعل أسوأها حادث ميناماتا فى اليابان بسبب التخلص من مخلفات أحد مصانع البلاستيك فى مياه خليج ميناماتا ولعلك عزيزى القارئ تعلم مما سبق أضرار مركبات الزئبق على الإنسان ، ويمكننا أن نتصور أن الفرد يمكنه إذا تناول كيلو ونصف كيلو من أسماك بحيرة ليمان بسويسرا خلال أسبوع واحد فإن نسبة الزئبق تصل فى جسمه إلى الحد الذى لا يجب تجاوزه بأى حال من الأحوال .

وما قيل عن الزئبق فإنه ينطبق على كثير من الفلزات الثقيلة الأخرى كالسيوم والرصاص ، وتركيز هذه المواد فى الكائنات البحرية تحدث ضرراً شديداً لكل الكائنات الحية التى تتناولها .

وهناك الكثير من المواد الكيميائية المختلفة عن المصانع والتى تلقى فى مياه الأنهار والبحار والمحيطات مثل المركبات العضوية التى تحتوى على الهالوجينات (الكلور - البروم - الفلور) مثل بعض المبيدات الحشرية ، والمواد المضادة للفطريات وبعض المنظفات الصناعية . وهى مواد ناتجة لا تتحلل بسهولة وتعيش فى الماء لعشرات السنين وتميز بسميتها الشديدة وعندما تصل هذه المواد إلى جسم الإنسان فإنها تختزن فيه (فى الأنسجة الدهنية) وزيادة تركيزها يؤدى إلى الإصابة بأمراض عديدة خاصة أمراض السرطان ، لذلك قامت الكثير من الدول بحظر إنتاج أو استخدام مثل هذه المواد .

وتوجد مواد مثل P.V.C (Poly Vinyl Chloride) وهى البلاستيك المعروف الذى زاد استخدامه بشكل واضح خاصة فى تعبئة المواد الغذائية ، هذه المواد تحتوى على نسبة من كلوريد الفينيل السام الذى يسبب أمراض السرطان . ومن الغريب أن يقبل الناس على شرب الحليب واستخدام الزيت وبعض أنواع العصير الموجودة فى عبوات من البلاستيك !! كذلك ظهرت فى الآونة الأخيرة أكياس البلاستيك التى تستخدم فى أفران الطهى حيث توضع بداخلها المادة الغذائية (لحوم - دجاج - حضار ... إلخ) وبالطبع فإن كلوريد الفينيل ينتقل إلى الغذاء ومنها إلى

الإنسان ، وكذلك تصل هذه المواد بسهولة إلى المياه مسببة تلوثها ثم تصل إلى الإنسان عن طريق المياه .

كما يحدث تلوث كيميائي للماء نتيجة الحوادث الصناعية ولا ننسى حادث بوهال بالهند وهى مدينة قرب دلهى بها مصنع تابع لشركة (يونيون كاربايد Union Carbide) الأمريكية التى تقوم بتصنيع مبيد حشرى ، حيث يدخل فى تركيب هذا المبيد مادة (أيسو سيانات الميثيل Methyl Isocyanate) وهذه المادة عبارة عن غاز سام . وحدث تسرب لهذا الغاز عام ١٩٨٤ وانطلق إلى الهواء وغطى مساحة كبيرة من الأرض بلغت حوالى ٤٠ كيلومتراً مربعاً وقد شعر سكان المدينة بالتهابات شديدة فى العين والحنجرة وتوفى بعض منهم وهو نائم كما توفى البعض الآخر وهو يهرب مفادراً المدينة قبله ، عدد الوفيات أكثر من ٢٠٠٠ شخص ، كما أن النساء الحوامل اللاتى تعرضن لهذا الغاز قد وُلد أطفالهن أمواتاً . وفى نفس العام إنفجر حوالى ٨٠٠٠ برميل غاز طبيعى فى المكسيك واشتعلت النيران مما أدى إلى وفاة حوالى ٥٠٠ شخص وإصابة الآلاف .

وقد لفتت هذه الحوادث الصناعية وغيرها أنظار العالم إلى خطورة التلوث الحادث منها ، ولهذا فإن الحكومات تفرض رقابة دائمة على استخدام وتخزين ونقل المواد الكيميائية الخطرة حفاظاً على حياة الناس لأن هذه المواد تصل بسهولة إلى مياه الأنهار والبحار والمحيطات ثم إلى الكائنات الحية البحرية ومنها أيضاً إلى الإنسان عن طريق الغذاء أو مباشرة عن طريق مياه الشرب .

* ثالثاً : المبيدات الحشرية ... وتلوث الماء

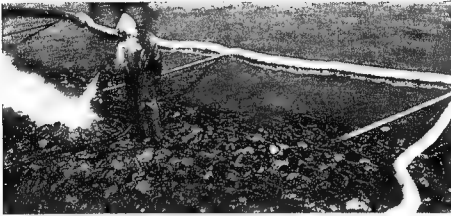
المبيدات هي مركبات عضوية وغير عضوية يدخل في تركيبها مركب كيميائي أو أكثر ويستخدمها الإنسان ليحمي نفسه أو ممتلكاته أو مزرعاته ومحاصيله من فتك الآفة التي تنتشر بسبب الآفات الحشرية أو الكائنات المجهرية الدقيقة . وقد أدى التوسع في استخدام المبيدات الحشرية وإفراط الإنسان في استخدامها خاصة في الأغراض الزراعية إلى تسرب جزء منها إلى مياه البحار والأنهار . وتوجد مركبات كثيرة من هذه المبيدات أهمها المركبات العضوية المحتوية على الهالوجين . ويعتبر مركب الـ D.D.T (D.D.T) من أخطر المبيدات وأكثرها انتشاراً . والتلوث بالمبيدات الحشرية بدأ أيضاً في النصف الثاني من هذا القرن ، وعندما تستخدم يبقى جزء كبير من هذه المبيدات في الأراضي الزراعية ولا يزول أثرها إلا بعد مدة طويلة قد تصل إلى أكثر من عشر سنوات . وقد تمتص النباتات التي تزرع في هذه الأراضي جزءاً من تلك المبيدات وتخزنها في الثمار والأوراق أو أى جزء من أنسجتها فتنتقل بعد ذلك إلى الإنسان والحيوان وتظهر أيضاً في ألبان ولحوم الحيوانات مسببة الضرر للإنسان الذي يتناول هذه الألبان واللحوم .

وتصل المبيدات إلى مياه البحر إما عن طريق مياه الصرف الزراعي أو الجارى المائية التي تحمل المبيدات الموجودة في التربة الزراعية ويمكن أن تظل المبيدات معلقة في الهواء وتحرك مع الرياح من مكان لآخر ثم تسقط مع الأمطار

على البحار والمحيطات والأنهار ، وتصل المبيدات حتى إلى أماكن بعيدة لم تستعمل فيها أبداً مثل جليد القطب الشمالى والجنوبى . ومما يزيد من خطورة هذه المركبات شدة ثباتها الكيميائى .

وتؤثر المبيدات الحشرية على الثروة السمكية والإنسان لأن الأسماك الموجودة بالمياه الملوثة بهذه المبيدات تمتصها مباشرة من الماء أو تصل إليها عن طريق البلاكتون الملوث الذى تتغذى عليه . وقد أثبتت الأبحاث العلمية أن بعض المبيدات الموجودة فى مياه البحار وبتراكيز ضئيلة يمكن أن تقتل كثيراً من الكائنات البحرية خاصة القشريات مثل الربيان (الجمبرى) ، كما أن المبيدات تصل إلى الإنسان عن طريق الأسماك والقشريات التى تحمل هذه المبيدات ، وقد وجدت مادة الـ (د.د.ت) فى ألبان كثير من الأمهات بتراكيز تزيد عن الحدود المسموح بها دولياً .

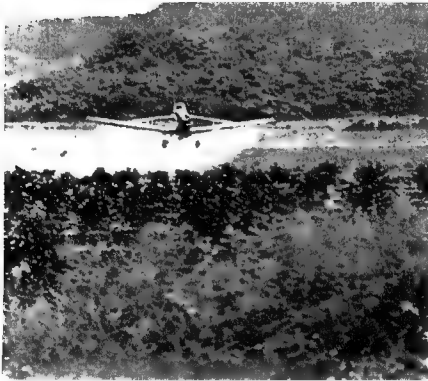
كما أن المبيدات تقوم بقتل الكثير من الكائنات الدقيقة التى تعيش فى الماء والتى لها دور كبير فى السلسلة الغذائية ، أو تقوم بدور فى تنقية الماء من كثير من عوامل التلوث . فالإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية يودى إلى فقدان التوازن الطبيعى القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعىين .



شكل (٢٦) رش للمبيدات باليد

يتعرض العمال الذين يقومون برش هذه المبيدات في الحقول ، كما يتعرض أيضا بعض سكان القرى للمبيدات خاصة عند رشها بواسطة الطائرات ، وهناك الكثير من حوادث التسمم في مثل هذه الحالات . وقد يتأثر الإنسان بهذه المبيدات بطريقة غير مباشرة ، فهو يتغذى على النباتات والحيوانات ومنتجاتها مثل البيض والزبد والحليب ... إلخ ، فقد تبين أن القشدة الناتجة من حيوانات تربت في حقول مرشوشة بهذه المبيدات كانت تحتوى على تركيز يصل إلى نحو ١٥ جزءاً في المليون من المبيدات ، وهى نسبة عالية تنتقل بالطبع إلى الإنسان .

كما تبين من التجارب أن مبيد الـ د . د . ت يدخل فى العمليات الكيميائية التى يتم بواسطتها تكوين عنصر الكالسيوم فى جسم الطيور مما يجعلها تضع البيض رقيق القشرة يتهشم بسهولة مما ينتج عنه موت الأجنة وتعرض هذه الطيور للإنتقراض مثل النسر والصقر وغيرها من الطيور .



شكل (٢٧) استخدام الطائرات لرش المبيدات بزيادة مساحة التلوث

وهناك أيضا مبيدات الأعشاب والفطريات ، وهى تحتوى على الزئبق فى تركيبها وتسبب تلوث التربة الزراعية بهذا الفلز مما يؤدي إلى انتقاله أيضا إلى مياه الأنهار والبحار والمحيطات ويصل إلى الاسماك والكائنات الحية التى تعيش فى الماء . وقد حظرت الدول المتقدمة استخدام مثل هذه المبيدات التى اتضح أنها السبب فى حدوث كثير من الأمراض وتدمير العناصر الوراثية فى الخلايا ، وتؤثر على المعدة وتؤدي إلى الفشل الكلوى والتليف الكبدى والسرطان .

ويستهلك العالم حاليا أكثر من أربعة ملايين طن من المبيدات سنويا ورغم ذلك فلم تعد هذه المبيدات توفى النحاح المطلوب بعد اكتساب الحشرات للمناعة ضدها ، كما أن المبيدات لها تأثيرات ضاره على الكائنات الدقيقة المفيدة الموجودة بالتربة والتى تسهم فى تخصيب التربة مثل تلك التى تحلل المواد العضوية والمخلفات النباتية أو تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى .

ومن أمثلة المبيدات أيضا مبيدات الكلور العضوية التى تحتوى على الكلور مثل مبيد أ.د.د.ت الذى سبق الحديث عنه وقد استخدم لأول مره خلال الحرب العالمية الثانية كمبيد للحشرات ، بالرغم من أن أكثر البلاد قد حرمت استخدامه الآن إلا أنه مازال ينتج واسمه الكيميائى هو ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان وهناك مبيدات أخرى شديدة الفعالية مثل اللندان Hexa Chloro Cyclohexane وتقدر سميته بأكثر من ٢٠ مرة قدر سمية مركب أ.د.د.ت ضد

الحشرات . كما توجد مركبات الدايلدرين **Dieldrine** . وقد تعرضنا لهذه المبيدات لانتشارها وأهميتها وضررها على صحة الانسان وجميع الكائنات الحية .

ولكن هل يمكن الاستغناء عن المبيدات الحشرية ؟

والاجابة لا يمكن ذلك ولكن يمكن اتباع طرق عديدة للقضاء على الحشرات والآفات التى تسبب تلف كثير من المحاصيل الاقتصادية التى يعتمد عليها الانسان فى غذائه وبقية متطلباته وبذلك نقلال من استخدام المبيدات .



شكل (٢٨) رش المبيدات بواسطة الإنسان

وتقليل تلوث البيئة بالمبيدات إلى أقل حد ممكن فإنه يمكن أن تتبع الطرق التالية :

- (١) استخدام أقل كمية ممكنة من المبيدات إذا كان الأمر يستلزم ذلك .
- (٢) تحسين معدات استخدام المبيدات بما يضمن عدم انتشارها في أماكن أخرى.
- (٣) تدريب العاملين في مجال مكافحة على كيفية استخدام المعدات لتقليل التلوث لأدنى حد ممكن .

(٤) اتباع الطرق غير الكيميائية مثل طرق مكافحة البيولوجية حيث تربي حشرات خاصة من المفترسات أو الطفيليات ثم تطلق بأعداد كبيرة في المزارع لتقوم بالقضاء على الحشرات الضارة ، إما بافتراسها أو بالتطفل على أطوار حياتها / كما يمكن نشر مسببات لأمراض بكتيرية أو فيروسية لإحداث أمراض في الحشرات الضارة . وكذلك استخدام الكيمائيات أو الإشعاع في تعقيم الذكور (جعلها غير قادرة على التناسل) . فعلى سبيل المثال استخدمت هذه الطريقة في مصر حيث أمكن إبادة الغالبية العظمى من الذبابة للنزلي وذبابة الفاكهة باتباع أسلوب التعقيم الكيميائي والتعقيم بالإشعاع . كذلك تمكن العلماء من استخدام المواد الجاذبة للجنس التي تطلقها إناث الحشرات لجذب الذكور ، حتى يمكن تجميع هذه الذكور في مكان واحد فيما يشبه المصيدة والقضاء عليها بمبيد حشري دفعه واحدة وبذلك تتلافى عمليات الرش على مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية .

(٥) تخفيف المستنقعات والبرك لمكافحة كثير من الحشرات كالبعوض .

فإذا تكاملت وتناسقت برامج مكافحة الآفات فمن الممكن الاستغناء عن كثير من أساليب المكافحة باستخدام المبيدات الكيميائية الضارة مما يقلل من أخطار تلوث البيئة بهذه المبيدات .

وما يبعث على الدهشة أن الإنسان في الماضي البعيد كان يكافح الآفات الزراعية بنقص الأسلوب العلمى الحديث ، فالنقوش المبروغليفية الفرعونيه تسجل لنا استخدام قدماء المصريين لبصل العنصل فى مكافحة القتران التى كانت مصدر خطر على محصول القمح وغيره من المحاصيل . وفى عام ٣٠٠م بدأ الإنسان يستعمل الأعداء الطبيعية فى مكافحة الحشرات فكان يطلق النمل المفترس على الخنافس التى كانت تهاجم أشجار الفاكهة .

أليست العودة إلى الطرق الطبيعية فى مكافحة الآفات هى الأسلم ؟

ولهذا عادت مراكز الأبحاث الزراعية إلى استعمال وسائل المكافحة البيولوجية من جديد والتي حققت نجاح باهر فى كثير من دول العالم ، كما تقوم مراكز الأبحاث باستنباط سلالات جديدة بواسطة الهندسة الوراثية - من النباتات والمحاصيل الزراعية ذات صفات مقاومة للحشرات والآفات للحد من استعمال المبيدات الحشرية كما حدث فى تركيا من استنباط سلالة من القمح تحمل من الصفات الوراثية ما يمكنها من مقاومة أربعة أمراض من صءا القمح .

* رابعا : مياه الصرف الزراعى ... وتلوث الماء

التربة الزراعية هامة للإنسان لأنها مصدر الإنتاج الغذائى ، وهى محدودة المساحة على مستوى جميع دول العالم بل أنها تتناقص نتيجة جور الإنسان عليها ، وذلك يدفع المزارعين لاستخدام المخصبات الزراعية لزيادة خصوبة التربة وتحسين خواصها وزيادة إنتاجها من المحاصيل الغذائية وغيرها . وقد أسرف الإنسان فى استخدام هذه المخصبات ، وهذا الإسراف أدى إلى تلوث التربة وسبب الكثير من الإضرار بالبيئة الزراعية .

فالسماذ المتبقى فى التربة يذوب فى مياه الرى ويصل إلى مياه الشرب عن طريق التسرب إلى مياه الأنهار أو إلى المياه الجوفية مسببا تلوثها خاصة بأسمدة النترات التى تتحول فى جسم الإنسان إلى مركبات النيتريت السامة التى تقلل من قدرة الدم على حمل غاز الأكسجين ، كما تزداد خطورة هذا النوع من الأسمدة عند وجود عنصر - أو مركبات الفوسفور - الذى يستخدم بكثرة فى المرمونات الزراعية التى ترش على النباتات لزيادة الإنتاج والتى تتسرب إلى المياه الجوفية مع مياه الرى لتصل فى النهاية إلى مياه الآبار والأنهار والبحار ثم تصل للإنسان عند شربه لهذه المياه . وتساعد مياه الأمطار فى حمل هذه الأسمدة والمرمونات الزراعية إلى المياه الجوفية والبحار التى تؤدى إلى الأنهار والبحار . والأسمدة الفوسفاتية (مركبات الفوسفور) تبقى آثارها فى التربة مدة طويلة لأنها مركبات ثابتة من الناحية الكيميائية وعندما تصل للإنسان أو الحيوان تحدث الكثير من

الأضرار ، فهي المسئولة عن العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان مثل أمراض عضلة القلب ومرض السرطان . كما تؤدي هذه المواد إلى ترسيب بعض الفضلات التي توجد في التربة والتي يحتاجها النبات في نموه فتتحول إلى مواد عديمة النوبان في الماء فلا تستطيع النباتات امتصاصها وبالتالي لا تستفيد منها .

مثال ذلك عدم قدرة نبات الطماطم لامتصاص عنصر النحاس الذي يعطيه اللون الأحمر ولذلك تنمو الطماطم ويصبح لونها مائلا إلى الاصفرار . كما أثبتت بعض البحوث التي أجريت لمعرفة سبب وفاة عدد من الأشخاص نتيجة الإفراط في تناول شراب البيره عام ١٩٤٠م أن السبب الرئيسى فى ذلك يرجع إلى تركيز أملاح النترات الموجودة فى النبات الذى استخلص منه هذا المشروب ، والذى تحول جزء كبير منها إلى نيتريت أثناء عمليات التخمر ، ومنذ ذلك الحين عرف العلماء أن مركبات النيتريتات هى مركبات سامة لأنها تؤدي إلى تسمم الدم ثم الوفاة ، لأن تسمم الدم معناه أن الدم يصبح غير قادر على نقل الأكسجين ولا يستطيع الهيموجلوبين القيام بوظيفته وبالتالي لا يصل الأكسجين إلى خلايا الجسم فتحدث الوفاة .

كما تتحد النيترات التي تصل إلى جسم الإنسان مع بعض البروتينات فى الخلايا مكونة مركب يسمى النيتروزامين *Nitrosamine* وهذا الأخير يسبب حدوث أورام سرطانية فى المعدة والبنكرياس والكبد .

ومن الصعب إزالة أملاح النترات من ماء الشرب إلا بتقطيرها ، ولكن أخيرا أمكن استخدام بعض أنواع البكتريا التى تقوم بتحويل النترات إلى نيتروجين ولذلك تضاف للماء لتقوم بهذه العملية ثم يضاف الكلور للماء لقتلها والتخلص منها .

وهناك بعض المركبات التى ترش على النباتات للمساعدة فى إنتضاج محصولها مثل زرنيخيت الصوديوم والتى تلوث المحاصيل بالزرنيخ السام وهذه المركبات توجد لها علاقة قوية مع زيادة انتشار مرض السرطان .

ومياه الصرف الزراعى تحتوى أيضا على المبيدات الحشرية علاوة على احتوائها على الأسمدة ، ولعل الإسراف فى استخدام الأسمدة * الكيميائية والمبيدات الحشرية رغبة فى الإكثار من إنتاج الخضر والفاكهة هو السبب المباشر لارتفاع نسبة السموم فى هذه الاغذية الهامة التى يحتاجها كل فرد ولا تخلو منها مائدة فالخضر التى تؤكل أوراقها أو جذورها مثل الملوخية والسبانخ والخس والجرجير الجزر سواء التى تؤكل منها طازجه أو تلك التى تؤكل مطبوخة تعتبر من أهم أسباب دخول المركبات الضارة للجسم وهى الأسمدة الكيميائية (النترات والنيترات) مسببه حالات مرضيه كثيرة .

* مجلة البيئة الكويتية - العدد ٥٧ ابريل ١٩٨٧ مقالة بقلم د. عبدالمعزم مصطفى مصطفى .

وفى الدول المتقدمة يباع نفس نوع الخضار أو الفاكهة بسعرين ، وطبيعى أن السعر الأعلى يكون للخضراوات والفاكهة غير المسمدة بالأسمدة الكيميائية ، كما يلاحظ أن التسميد بالكيمياويات واستخدام المبيدات أدى إلى تغير طعم الفاكهة ولونها ورائحتها ويلاحظ الإنسان العادى أن اختلاف طعم الخضراوات والفاكهة ، يرجع بالدرجة الأولى إلى قلة استعمال الأسمدة الطبيعية (العضوية) والتي تحوى العناصر الرئيسية اللازمة لنمو النبات والتي استبدلت الآن بالأسمدة الكيميائية . ولا يقتصر الأمر على النباتات بل إن آثار الأسمدة والمبيدات التى تصل لمياه الأنهار والبحار تؤثر أيضا على الكائنات الحية المائية فالقشريات مثل الروبيان (الجمبرى) والقيقب (الكابوريا) من أكثر الكائنات البحرية تأثرا وبالنسبة لتقل المركبات الكيميائية إلى الإنسان عن طريق تناول مثل هذه الأنواع .

ونظرا لاحتواء مياه الصرف الزراعى أو الصرف الصحى على كميات كبيرة من المركبات الكيميائية (الأسمدة والمبيدات الحشرية) لذلك يجب الحذر من استخدام مثل هذه المياه فى رى المحاصيل الزراعية وخاصة الخضراوات والفواكه لما لهذه المواد الكيميائية من أخطار صحية جسيمة .

وقد يتساءل البعض هل معنى ذلك أن لا تستخدم الأسمدة الكيميائية لزيادة خصوبة التربة ؟ والاجابة أن عدم الإسراف فى استخدام المخصبات الزراعية المحتوية على النترات والفوسفات (العوامل الرئيسية فى تلوث المياه) ، وخفض كمياتها

إلى أقل حد ممكن أو الاستغناء عنها كليا واستعمال السماد الطبيعي هو الحل الأمثل لتلافي الأخطار الناجمة عن استخدام الأسمدة الكيميائية .

* خامسا : مياه الصرف الصحي ... وتلوث الماء

مياه الصرف الصحي تشمل المياه التي استعملت في المنازل (مياه المجارى) وهى بالطبع تحمل الفضلات من دورات المياه بما تحويه من فضلات عضوية وشوائب ومنظفات صناعية وبكتريا ... إلخ كما تشمل أيضا المياه التى استخدمت فى الأغراض المختلفة من مصانع وغسيل طرق وخلافه م والتخلص من هذه المياه يمثل مشكلة كبيرة خاصة فى المدن الكبرى ، وللتخلص منها فإنها تلقى غالبا (خاصة فى الدول النامية) فى المجارى المائية الطبيعية كالأنهار والبحار ، وبذلك تسبب تلوثها وتجعلها تدريجيا غير صالحة لمعيشة الكائنات الحية المائية ، كما تجعلها أيضا غير صالحة لشرب سكان تلك المدن التى غالبا ما يعتمدون عليها فى الحصول على ماء الشرب .

وقد يظن البعض بأن إلقاء مياه الصرف الصحي لا يمثل ضرراً على الأنهار والبحار لأنها قادرة على التخلص منها بتحليلها ، ولكن هذا اعتقاد خاطئ لأن مياه الأنهار والبحار حدوداً معينة فى تحليلها لهذه الفضلات (وهو ما نسميه بالتنقية الذاتية) وعند زيادتها عن حد معين يختل النظام البيئى لهذه الأنهار والبحار ويحدث التلوث .

وهذه المخلفات والفضلات تستهلك الأكسجين الذائب فى الماء ، وبذلك
تموت كثير من الكائنات الحية المائية لنقص الأكسجين اللازم لتنفسها ، وتحدث
تغيرات ضاره فى الوسط المائى تتوقف شدتها على :

- (١) حجم المسطح المائى والصفات الطبيعية لمياهه كدرجة الحرارة ومستوى
التعكير وحجم الأكسجين الذائب .
- (٢) كمية الأكسجين الذى تستهلكه تلك الفضلات .
- (٣) كمية الفضلات الملقاه .

وهناك مدن ساحلية كثيرة خاصة تلك التى تقع على شواطئ البحر
الأبيض المتوسط كالاسكندرية ومرسيليا وكتلها تلقى مياه الصرف
الصحي فى البحر مسببة تلوثه ولذا يفضل اتخاذ كثير من الاحتياطات
لتقليل هذا التلوث إلى أقل حد ممكن ، ومن هذه الاحتياطات :-
(أ) معالجة مياه المجارى قبل إلقائها فى البحر .

(ب) إلقاء هذه المياه بعيداً عن الشاطئ بواسطة أنابيب تمتد داخل البحر
لمسافات طويلة .

(ج) صب المخلفات على عمق لا يقل عن خمسين متراً تحت سطح
البحر .

ومع ذلك فمع مرور الوقت يزداد تلوث مياه البحار وتنتشر على سطحها
الطحالب الخضراء وتقل نسبة الأكسجين الذائب فى المياه ، تموت بعض النباتات

ويتعفن بعضها الآخر وتموت الكائنات البحرية مثل الأسماك فتتحول مياه البحار والأنهار بمرور الوقت إلى مياه ميتة (لا توجد فيها كائنات حية) .

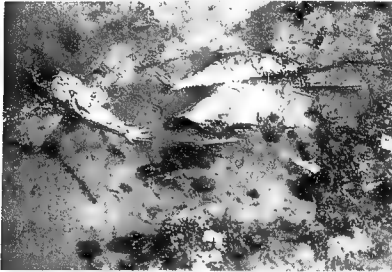
وتعتبر مركبات النترات والفوسفات والموجوده بكثرة فى مياه المجارى غذاءً جيّداً للكثير من النباتات المائية ، ولذلك يزداد نموها بشكل كثيف مسببه مشاكل بيئيه ، كما هو حادث فى مجرى نهر النيل حيث يمثل نمو نبات ورد النيل مشاكل كثيره للملاحة النهرية علاوة على أن المياه تتبخّر من على سطحه بنسبة هائلة .

ولذلك تعتبر مياه المجارى ونفايات المدن التى تلقى فى مياه الأنهار والبحار من أخطر مصادر تلوث المياه ، وقد أدت عملية التحضر ونمو المدن وتضخمها وزيادة عدد السكان إلى زيادة ما ينصرف إلى مياه الأنهار والبحار من ملوثات ، وبالتالي ارتفعت نسبة تركيز المواد العضوية وغير العضوية التى تحتويها هذه المياه ، حتى أن ٨٠٪ من مسببات تلوث الأنهار والبحار يرجع إلى الملوثات البشرية والصناعية .

ويقدر أن تعداد سكان العالم سيصل فى نهاية القرن الحالى أى بعد خمس سنوات فقط إلى حوالى ٦٥٠٠ مليون نسمة نصفهم تقريباً يسكنون المدن وبالتالي ستزداد مخلفاتهم والتى ستحول البحار والأنهار إلى وعاء لقاذورات هذه المدن .

ولا ننسى ما حدث فى عام ١٩٧١م من إغلاق مناطق الاصطياف الإيطالية خوفاً من انتشار وباء التهاب الكبد ، والذي كان مؤشراً لما وصلت إليه الحالة السيئة للبحر الأبيض المتوسط بعد التمدادى بتلوث شواطئه بشتى أنواع الملوثات حيث تلقى فيه مئات الأطنان من الزيوت والشحوم ومياه الصرف غير المعالجة من ١٨ مدينة مطلة على شواطئه .

كما تعتبر المنظفات الصناعية من الملوثات الشديدة الفعالية والتي تسهم بنصيب وافر فى محتوى مياه المجارى ، وترجع خطورة هذه المواد إلى أن أغلبها يحتوى على الكبريت والفسفور وقدرتها الكبيرة على التحلل كيميائياً وبيولوجياً وتؤثر تأثيراً سيئاً على مياه الأنهار والبحار .



شكل (٢٩) أسماك ميتة من تلوث المياه

لمكافحة التلوث الناتج من مياه المجارى فإنه يجب التخلص منها بالأسلوب السليم ، وهناك طرق كثيرة نذكر منها في هذا الشأن طريقة يتم فيها تجميع مياه المجارى بواسطة شبكة من المواسير تمتد تحت سطح الأرض فى شوارع المدينة التى تصب فيها شبكات المنازل والمصانع وبالوعات مياه الأمطار ، تسير فيها المياه بالانحدار الطبيعى لتجمع فى موقع . ويتوقف حجم شبكة الصرف الصحى لكل مدينة على عدة عوامل منها حجم هذه المدينة وعدد سكانها وأنواع النشاطات المختلفة بها ويتم لهذه المياه ما يلى :

(١) رفعها بواسطة الطلمبات إلى محطات المعالجة حيث يتم إزالة الجزء الأكبر من المواد العالقة .

(٢) أكسدة المواد العضوية إلى مواد سهلة الترسيب صعبه التحلل ، مع التخلص من نسبة كبيرة من البكتريا بأن تحجز المواد الطافية الكبيرة الحجم بواسطة مصافى وشباك معدنية ليتم بعد ذلك تجفيفها أو حرقها للاستفادة من الطاقة الناتجة منها .

(٣) مرور المخلفات السائلة فى أحواض ترسيب حيث ترسب المواد غير العضوية ويتم التخلص منها .

(٤) تعالج المخلفات السائلة بما يسمى بالمعالجة البيولوجية من خلال مرشحات الصليوخ (الزلط) والحمأة المنشطة .

وهذه العملية تتيح الفرصة للمواد العضوية الموجودة بالمخلفات السائلة أن تلتصق بسطح الزلط مكونه غشاء رقيقاً من مواد هلاميه تحتوى على الملايين من البكتريا التى تقوم بامتصاص الأكسجين لتؤكسد المواد العضوية محوله إياها إلى مواد صعبه التحلل ، وتدرجياً تفقد هذه المواد الهلاميه قدرتها على الالتصاق بالزلط فتخرج مع الماء المرشح .

وبذلك يتم التخلص إلى حد كبير من المواد العضوية فى المخلفات السائليه . ثم يتم التخلص من المخلفات السائلة فى المدن الساحلية بالقائها فى البحار أو فى الأراضى المساميه فى المدن غير الساحلية أو استخدام هذه المياه فى الزراعة بشرط عدم زراعة الفواكه أو الخضراوات أو المحاصيل التى تؤكل نيعة .



شكل (٣٠) نفايات صلبه على شواطى البحار

وليست مياه المجارى هي الأخطر لتلوث المياه فهناك الملوثات الصلبة والتي زادت بنسبة كبيرة فى العقود الأخيرة نتيجة زيادة الاستهلاك والتي صاحبها زيادة فى حجم المخلفات الصلبة خاصة فى المدن المزدحمة بالسكان . وتعانى الدول مشكلة التخلص من هذه المخلفات التى تمثل عبئاً كبيراً على كاهل القاطنين على أمر هذه المدن ، ولو أننا تركنا النفايات معرضة للهواء لامت عليها جيوش من الحشرات ولتعفنت المواد العضوية للوجود فيها ناشره الروائح الكريهة والأمراض فى البيئة المحيطة .

والبعض يلقى بهذه المخلفات فى مياه الأنهار والبحار حيث يطفو بعضها فوق سطح الماء وقد تدفعه الأمواج ليصل إلى الشواطئ ، وهذه المخلفات تسبب اختلال النظام البيئى لهذه الأنهار والبحار مسببه الأضرار بالكائنات الحية التى تعيش فى هذه المياه نظراً لما تحويه هذه المخلفات من مواد كيميائية سامة أو عناصر ثقيله تنتقل إلى الأسماك والقشريات أو إلى النباتات المائية ثم تنتقل إلى القشريات وغيرها أيضاً ، وفى النهاية تصل هذه المواد الضارة إلى الإنسان الذى يتغذى على هذه الأسماك أو القشريات .

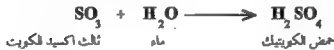
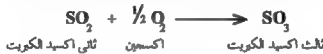
هناك أيضاً التلوث الحرارى للماء والذى سبق وتحدثنا عنه بالتفصيل وهو ينتج عن سكب الماء الساخن (الذى يستخدم كمبرد فى محطات توليد الطاقة وفى بعض الصناعات) فى مياه الأنهار والبحار مما يسبب ارتفاعاً ملحوظاً فى درجة

حرارة مياهها منشط العمليات البيولوجية ومحدثاً تدهوراً فى النظام البيئى المائى ومؤدياً إلى موت أعداد هائلة من الكائنات البحرية .

* سادساً : الأمطار الحمضية ... وتلوث الماء .

كان عالم الكيمياء البريطانى " أنجىس سميث Angus Smith " هو أول من أطلق هذا المصطلح عام ١٨٧٢م على مياه الأمطار الملوثة بالغازات الحمضية ، ولم يعرفه أحداً أدنى انتباه حتى عام ١٩٦٧م حين لاحظ عالم الزهرة السويدى " سفانت أودين Svante Oden " أن الأمطار التى تساقط تزيد نسبة حموضتها تدريجياً ، وبين أن ذلك هو نتيجة للربان بعض الغازات التى تتصاعد من مداخن المصانع فى مياه الأمطار . وقد أثبت بما لا يدع مجالاً للشك أن السبب يرجع للغازات الملوثة للهواء الجوى خاصة أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والتى تنبعث نتيجة الصناعات المختلفة ، ومن عمليات احتراق الوقود .

ويمثل غاز ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) نسبة كبيرة من هذه الانبعاثات حيث يتحول فى الجو نتيجة سلسلة من التفاعلات الكيميائية إلى حمض الكبريتيك (H_2SO_4) كما تتحول أكاسيد النيتروجين إلى حمض النيتريك (HNO_3)



وتتدخل عدة عوامل فى إتمام هذه التفاعلات مثل الأشعة فوق البنفسجية من ضوء الشمس ، ودرجة الحرارة والرطوبة والسحب ، ووجود مواد كيميائية أخرى . وتعود هذه الأحماض إلى الأرض (التربة والأنهار والبحار والمحيطات) مرة أخرى مع مياه الأمطار ، وقد تبقى هذه الأحماض فى الجو مدة طويلة تقطع فيها مسافات شاسعة لتنتقل إلى أماكن بعيدة عن أماكن تكوينها .



شكل (٣١) تكوين الأمطار الحمضية

ويعتبر الماء حمضياً عندما يكون تركيز أيون الهيدروجين فيه أكثر من تركيز أيون الهيدروجين في الماء العادى أو النقى ، ولذا يستخدم ما يعرف بالرقم أو الأس الهيدروجينى (pH) للتعبير عن الحموضه أو القلوية . فالماء النقى متعادل ورقمه الهيدروجينى = ٧ ، فإذا زاد هذا الرقم عن ذلك (٨ أو ٩ أو ١٠ ١٤) كان المحلول (الماء) قلويًا ، أما إذا قل الرقم الهيدروجينى عن ٧ فأصبح (٦ أو ٥ أو ٤ ١) كان المحلول (الماء) حمضياً . ويبين الشكل التالى مقياس الحموضه والقلوية ويان بعض الأشياء الشائعة والمعروفة لدى المواطن .



شكل (٣٢) مقياس الحموضه والقلوية (pH)

وقد وصلت حموضة الأمطار فى بعض المناطق إلى (١,٥) تقريبا ، كما حدث فى الأمطار التى سقطت على اسكتلندا عام ١٩٧٤ م . وفرجينيا الغربية عام ١٩٧٩ م .

* أضرار الأمطار الحمضية

(١) تؤثر الأمطار الحمضية على التربة حيث تتفاعل مع بعض مكوناتها القلوية وتعادلها ، وتساعد على تفتيت الصخور .

(٢) تذيب العناصر الموجودة فى التربة وتحملها معها إلى مياه الأنهار والبحار وبذلك تؤدي لتركيز هذه العناصر فى مياه الأنهار والبحار .

(٣) تقلل من جودة المحاصيل الزراعية لأن التربة تفقد الكثير من العناصر الهامة لنموها .

(٤) تؤدي إلى الإضرار بمياه البحيرات ، خاصة المغلقة منها ، فترفع حموضتها مما يؤثر على الحياة فيها .

(٥) هلاك المزروعات ونباتات الغابات فى مساحات كبيرة كما حدث فى جنوب ألمانيا وفى التشيك وسلوفاكيا ، ولوحظ أن البحيرات التى زادت نسبة الحموضة فى مياهها قد حلت من الأممك وكثير من الكائنات الحية الأخرى مثل النباتات التى ذبلت وماتت ، وحدث ذلك فى الأنهار أيضا مثل نهر " توفدال " Tordal بالنرويج حيث كان هذا النهر من أكثر

الأنهار شهره بسمك السلمون ولكنه أصبح اليوم بفعل الأمطار الحمضية نهراً مهجوراً لا يوجد فيه سمكه واحدة أو حتى حية من أى نوع آخر . وكذلك نقص كميات سمك الكافيار فى بحر قزوين ما هو إلا نتيجة لتأثير الأمطار الحمضية .

وتؤثر الأمطار الحمضية على مياه الشرب ، ففى ولاية ماسا شوسيتس الأمريكية تسببت هذه الأمطار فى تآكل بعض قنوات المياه ، فزادت نسبة الرصاص فى مياه الشرب المأخوذة من أحد الخزانات بالولاية كما تؤدى الأمطار الحمضية إلى إذابة بعض الفلزات مثل الرصاص و الزئبق و الألومنيوم من التربة حامله إياها إلى الأنهار والبحار والبحيرات مسببه الأضرار للكائنات الحية التى تعيش فى هذه المياه . وتتأثر صحة الإنسان كذلك من خلال تلك المياه التى يشرب منها أو أجسام الأسماك والكائنات البحرية التى يتغذى عليها وترسب فيها هذه العناصر . كما تسبب الأمطار الحمضية التهاب ملتحمة العين ومتاعب للجهاز التنفسى وتهيج بطانة الأنف والحنجرة .

كذلك تتأثر الطيور البحرية لأنها تتغذى على الأسماك التى ترسب فيها تلك العناصر . وقد ماتت أعداداً هائلة منها نتيجة تغذيتها على الكائنات التى تحتوى أجسامها على نسبة عالية من الألومنيوم الذى جرفته مياه الأمطار الحمضية من سطح التربة وحمله إلى مياه البحار .

وهناك شواهد على وجود علاقة بين المطر الحمضى والنقص فى إنتاجيه الغابات ، فقد تبين أن زيادة الحمضية تسهم فى غمر الأشجار بسبب زيادة تحرير الأغذية فى التربة . ولكن هذا التأثير مؤقت إذ بينما تنطلق العناصر الغذائية إلى جذور الأشجار ، فإنه فى الوقت نفسه ينقل المطر الحمضى عنصر الألومنيوم من التربة إلى هذه الجذور وتحدث ظاهرة " الموت الخفى " وتتمثل فى أشجار جذورها جافة وفروعها وأزهارها هشة ، والسبب بالطبع هو الأمطار الحمضية .

والآثار المدمره للأمطار الحمضية على المباني والآثار والمعادن وطلاء السيارات تمثل مشكلة اقتصادية كبيره ، ففى المنطقة الصناعية بوسط هولندا سبب المطر الحمضى تآكل طرق السكك الحديدية بحيث لا تستطيع القطارات أن تسير بسرعة أكثر من ٤٠ ميلا فى الساعة . كما تسببت الأمطار الحمضية فى تآكل أوجه التماثيل الحجرية والمعابد كما حدث فى مصر ، خاصة لتمثال أبى الهول وكما حدث أيضا لتمثال الحرية بنيويورك ، والأكروبولس باليونان . ولو ذهبنا إلى مدينة الفحيحيل هنا فى الكويت لرأينا بوضوح المباني المغطاه بالأحجار والرغام تبدلت واجهاتها وتآكلت وأصبح بها تنوعات كثيرة نتيجة تأثير الأمطار والضباب الحمضى عليها (الغازات المنطلقة من آبار البترول ومصافى النفط علاوه على ارتفاع نسبة الرطوبة بالجو) . وقد لحقت أضرارا بالغة بالكثير من المباني فى تلك المنطقة .

وتنتشر الأمطار الحمضية فى المناطق الساحلية الصناعية مما يتسبب عنه خسائر اقتصادية فادحة ، ففى الولايات المتحدة الأمريكية تقدر الأضرار على المحاصيل والغابات ومواطن صيد الأسماك بثمانية بلايين دولار سنويا ، وقد أتلفت الأمطار الحمضية ١٩٪ من بحيرات منطقة نيويورك ، كما أعلن المكسب الأمريكى للتكنولوجيا عام ١٩٨٣م أن هناك ٣٠٠٠ بحيرة ، ٢٣٠٠ من المحارى المائية الموجودة فى النصف الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية تعاني من أضرار المطر الحمضى . كما ذكرت تسع دول أوروبية أن حوالى ١٦ مليون فدان من غاباتها قد تأثرت تأثرا كبيرا بهذه الأمطار الحمضية ، وتحولت بحيرات كثيرة فى كندا والسويد وفنلندا والنرويج إلى مياه حمضية غير صالحة للشرب . ويوجد أيضا الضباب الحمضى وهو أكثر خطوره وأشد ضرراً من المطر الحمضى مع أنهما يتكونان بطريقة واحدة . ويرجع ذلك لأن الضباب الحمضى يتكون ويكتنف بالقرب من سطح الأرض فتكون الفرصه مهيأة لإحداث أكبر الأضرار سواء للإنسان الذى يستنشقه أو النباتات والحيوانات وكذلك السيارات والمباني . ويمكن مشاهدة ذلك بوضوح فى المدن الكبيره مثل مدينة لوس أنجلوس فى ولاية كاليفورنيا التى تشتهر بظاهرة الضباب الحمضى ، والذى يزور هذه المدينة يمكنه مشاهدة آثار ذلك على الكثير من المباني والمنشآت هناك .

ولكن ما هو الحل ؟

يمكن الحل فى عدة إجراءات يمكن اتباعها للتقليل من تكوين الضباب أو المطر الحمضى وذلك عن طريق الحد من انبعاثات أكاسيد الكبريت والنتروجين إلى الهواء الجوى عن طريق إزالتها بطرق علمية أو استخدام وقود منخفض المحتوى من الكبريت ، كذلك طلاء المنشآت والآثار بأنواع من الطلاءات الحديثة لحمايتها من أخطار الأمطار الحمضية .

وقد أمكن للبعض استخدام الجير فى معالجة مياه البحيرات التى تتعرض للأمطار الحمضية حيث يتم معادلة حموضه مياهها ، وذلك يتطلب الدقة فى الاستخدام .



شكل (٣٣) أبى الفول وقد تآكل نتيجة تعرضه للضباب والمطر الحمضى

من المتوقع أن تزداد مشاكل التلوث المائي خطورة مع الزمن بزيادة عدد السكان خاصة في المدن ، وزيادة الحاجة إلى التخلص من مياه الصرف الصحي والفضلات الآدمية بالإضافة إلى مخلفات الصرف الناتجة من المصانع التي تزداد عدداً وحجماً كل يوم .

كما أن الغبار المتصاعد من التجارب النووية (بعض الدول تقوم بإجرائها حتى الآن) ينتشر في الهواء ثم يتساقط بما فيه من مواد مشعة على مياه البحار والمحيطات مؤثراً بذلك على كيمياء هذه المياه ومؤثراً أيضاً على العمليات البيولوجية التي تدور فيها .

* سابعاً : الطحالب ... وتلوث الماء

تتميز المياه السطحية بجانب سهولة تعرضها للتلوث ، باحتوائها على الكثير من الكائنات الحية النباتية التي تغير من طبيعة المياه ونوعيتها ، ومن أهم المتاعب التي تسببها هذه الكائنات ما يلي :

- (١) تواجد الطعم واللون والرائحة لمياه الشرب .
- (٢) تآكل المنشآت المعدنية والخرسانية .
- (٣) سد المرشحات في محطات تنقية المياه .
- (٤) سد المواسير وشبكات التوزيع لتواجدها بكمية على جدران الخزانات .
- (٥) تكوين خُصر طحلبية فوق أسطح المياه مع انبعاث الروائح الكريهة .
- (٦) غزوها للزرع والقنوات والمصارف بكميات كبيرة .

ومن المعروف أن صرف مياه المجارى أو المخلفات الصناعية بإلقائها فى الأنهار والبحيرات إنما يزيد من هذه المشكلة لأن المخلفات تعمل كسماد جيد للطحالب تزيد نموها بدرجة هائلة .

إن أحد متطلبات إنتاج الماء الصالح للشرب فى المجتمعات الحديثة أن يكون خاليا من الروائح ومذاقه مستساغاً ، وتعتبر الطحالب من ضمن أسباب وجود الطعم والرائحة للمياه . وتلى الطحالب النباتات المائية الأخرى التى تعفنت نتيجة لنشاط البكتريا والفطريات ، وفى كثير من الأحيان يتكون الجزء الأكبر من هذه النباتات التالفة من تجمعات الخلايا الطحلبية الميتة .

وتآكل الخرسانة ومعادن الأنابيب والغلايات بواسطة الطحالب تسبب مشكلة اقتصادية كبيرة ، والطحالب تسهم فى هذه المشكلة إما بطريقة مباشرة فى أماكن تواجدها أو بطريقة غير مباشرة لتغيرها نوعية الماء كيميائياً وفيزيائياً . وكثيراً ما تسبب الطحالب التى تنمو على سطح الخرسانة أن تجعلها هشة ومثقبه ويعتقد بأن أحماض الكربونيك والأكساليك والسالسليك التى تنتجها هذه الطحالب هى المسببة للنخر فى الأسمنت . ويمكن أن تسبب كائنات أخرى غير طحلبية نفس الأضرار وبخاصة فى مواسير شبكات توزيع المياه . ومما يساعد الطحالب على نشاطها فى تآكل المعادن عوامل عدة مثل زيادة الترسبات العضوية فى أنابيب المياه ، وارتفاع نسبة الأكسجين الذائب فى الماء وتغيرات فى درجة

تركيز أيون الهيدروجين ، ومحتوى الماء من غاز ثاني أكسيد الكربون ، ومثل هذه العوامل تساعد الطحالب على النمو والبقاء مما يزيد معدل التآكل .

وتتشكل الطحالب أضراراً اقتصادية لإتلافها السفن ، فهي تسهم فى تكوين ما يعرف باسم قلف المراكب ، فالطحالب الموجودة فى مياه البحار عادة ما توجد على الصخور الواقعة فى مجال المد والجزر أو تحت سطح البحر ، كما تتوطن أيضاً فوق أى سطح مناسب مغمور كهياكل السفن . وعندما ترسب هذه الطحالب بكثره على جدران السفن (قد تصل إلى عشرات الاطنان) تؤدى إلى تخفيض سرعة السفن وزيادة استهلاكها من الوقود . ولذلك تطلى هياكل السفن بنوعين من الطلاء تحتوى على مركبات النحاس والزنك يعمل الأول على وقايتها من التآكل ، ويعمل الثانى على الوقاية من تواجد الطحالب .

وينمو العديد من الطحالب كبيرة الحجم نسبياً فى الماء بدرجة تغطى معها كثيراً من مساحاته ومثل هذه الطحالب لا تكفى بالعيش فى البحيرات أو فى مستودعات المياه وإنما تنمو داخل محطات تنقية الماء نفسها ، وعادة ما توجد ملتصقة بالجدران الخرسانية لأحواض الترسيب ، ولذلك تسد مسام المرشحات والمصافي .

وقد تتكاثر الطحالب بدرجة كبيرة فى بعض الأنهار والبحيرات فتعترض سبل الصيد فيها علاوة على ما ينبعث منها من روائح كريهة . وهناك طحالب

أخرى صغيرة توجد فى حمامات السباحة أو على صخور الشواطئ وتكون طبقة رقيقة على الصخور وأسطح خرسانه هذه الحمامات فتجعلها زلقة ومن ثم تعرض السباحين للخطر .

وفى المناطق الريفية ، تنمو كتل ضخمة من الطحالب فى شبكات الري وتعرقل جريان الماء وتمسد بوابات التحكم وخطوط التوزيع ، ويمكن أن تغذى عليها بعض الحيوانات المائية كالأسماك والقشريات فيتسبب عنها التسمم للإنسان عند تناولها . وقد ماتت قطعان من الخيول على الشواطئ المرجانية لأحد الخليجان فى الهند عندما أكلت أنواعا غاصه من الطحالب . كذلك تسبب أنواع من الطحالب الالتهابات الجلدية أو إصابة جلد الإنسان بالفطريات والطحالب ، وفى إحدى البحيرات بالولايات المتحدة الأمريكية لوحظ انتشار مرض إلتواء العنق (نوع من الشلل) بين آلاف الطيور المائية وتبين أن السبب فى ذلك ترجع لمادة تفرزها أنواع من الطحالب ، كما أن الأسماك تصاب أيضا ببعض الأمراض فى خياشيمها بسبب بعض الطحالب مما يتسبب عنه موتها .

وعندما تنمو الطحالب فى المياه العذبة نموا غزيرا وبخاصة أثناء فصل الصيف ، تقلل كمية الضوء المخترقة لسطح الماء والنافذه للنباتات المائية فتقلل من معدل عملية البناء الضوئى ، وبالتالي يقل تصاعد الأكسجين ، كما تستهلك الطحالب الأكسجين الذائب الذى لا يوجد ما يعوضه ، فتموت الأسماك مختنقه وتطفو على السطح .

ويمكن التخلص من الطحالب المنتشرة بمصادر المياه بوسائل عديدة أهمها :

١- بث الموجات فوق الصوتية فى قنوات مياه الشرب أو فى خزانات المياه

وذلك يودى إلى تفجر الخلايا الطحلبية وموتها .

٢- بث التيار الكهربائى بمجهود قدره ٩٠ فولت لكل بوصة بين قطبين فى قناة

ضيقه يمر فيها المياه المتجه إلى المرشحات بمعدل سرعة قدم واحد/ثانية ،

لقتل الطحالب وتستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع فى فرنسا حيث

توافر الكهرباء من مساقط المياه .

٣- الإزالة الميكانيكية من خلال مصاف دقيقة مصنوعة من الصلب غير القابل

للصدأ ؛ تتخذ شكل طبلية مفتوحة وأثناء دورانها فإن الجزء المعرض منها

للhواء يعاد غسله بنفثات من الماء لتخليص الثقوب مما علق بها من

طحالب ، وتستخدم هذه الطريقة فى إنجلترا ومصر .

الوطن العربي ... والمياه

تمثل خطورة مشكلة تلوث البيئة المائية فى الوطن العربى فى قلة موارد المياه العذبة ، مما سيكون له نتائج خطيرة على مستقبل الأمن المائى والغذائى على اقتصاديات الدول العربية فى المدى البعيد ، ولذا فلا بد من تضافر جهود الباحثين والعلماء والإعلاميين من أجل توعية الناس بضرورة ترشيد استهلاك المياه .

فليس غريبا أن تنشأ الحضارات الإنسانية الأولى فى وديان الأنهار : فى وادى النيل وفى وادى دجله والفرات وحول بحيرة طبرية ، فمساحة الوطن العربى تبلغ حوالى ١٤ مليون كيلومتر مربع أى حوالى ٩٪ من مساحة كوكب الأرض ويعتمد الوطن العربى بين خطى عرض ٤° ، ٣٧° وبين خطى طول ١٧° ، ٦٠° فهو يمتد من قرب خط الاستواء ويتضمن الأرض المدارية ومناخاتها الرطبة كما يتضمن مساحات تدخل فى إطار الأرض المعتدلة ، وتنتشر منه مساحات تدخل فى إطار الأراضى الجافة الصحراوية . وتشكل المناطق الجافة وشبه الجافة ما نسبته ٩٦٪ من مساحة الوطن العربى .

ونتيجة لتعاقب نوبات الجفاف فى بعض أجزاء الوطن العربى فإن هذه الأجزاء تعاني من ازدياد ظاهرة التصحر . ولذا فيمكن القول بأن الوطن العربى فقير فى موارد المياه العذبة ، وإذا لاحظنا التوسع الزراعى والتطور الصناعى فى كثير من الدول العربية وتزايد عدد السكان ، لأمكننا القول بأن تطوير هذه الموارد المائية أصبح ضرورة ملحة ، إذ تشير الدراسات (حول الحاجات المستقبلية للمياه)

إلى أنه لتحقيق الأمن الزراعى لابد من توفير ٣٣٦ مليار متر مكعب من الماء بحلول عام ٢٠٠٠ م . ويؤدى هذا بالتالى إلى عجز مائى يقدر بمحدود ٤٠ مليار متر مكعب سنوياً بدءاً من نهايات هذا العقد . وستصبح المياه فى الوطن العربى سلعة استراتيجية قد تتجاوز فى أهميتها النفط الذى كان وما يزال يشير أزمات محلية وعالمية . ويظن البعض أن الحروب القادمة ستكون بسبب الحصول على مصادر المياه .

وتشير أرقام الأمم المتحدة إلى أن حوالى ٦٠ مليون نسمة فى الوطن العربى لا يحصلون على مياه نظيفة وأن هناك تسع دول عربية تستهلك أكثر من ١٠٠٪ مما لديها من موارد مائية متجددة كما أن هناك أكثر من ٤٥ مليون نسمة يعيشون فى مدن بلغ فيها تلوث الماء مستويات غير مقبولة .



شكل (٣٤) أهمية الماء للحياة

وقول كايوفيرو نائب رئيس البنك الدول لمنطقة الشرق الأوسط في حديث له مؤخراً : " أنه إذا كان من بين كل أربعة أفراد في العالم العربي فرد لا تتوافر له المياه النقية ، وإذا كان من بين كل خمسة أفراد فرد يعيش في مدن بلغ فيها نسبة التلوث مستويات غير مقبولة فإننا نرى كارثة تلوح في الأفق تتمثل في تلوث الهواء والماء " ... ويشير تقرير صادر من البنك الدولي عام ١٩٩٤م بأن هناك حوالي ٤٥ مليون عربي يعيشون في مدن بلغ فيها التلوث مستويات تفوق مؤشرات منظمة الصحة العالمية ، وهناك ٩٥ مليون عربي آخرين لا يتوافر لهم الصرف الصحي ، في نفس الوقت الذي تفقد فيه آلاف الأفدنة من الأراضي الزراعية سنوياً نتيجة التصحر . ويتوقع التقرير أنه في خلال السنوات العشر القادمة سوف تزيد المشكلات البيئية حيث سيزيد عدد سكان الدول العربية من ٢٤٠ مليوناً حالياً إلى أكثر من ٣٣٠ مليون نسمة ، كما سيزيد النمو الحضري مما سيؤدي إلى زيادة الضغط على الموارد المائية النادرة أصلاً ، وسيزيد سكان الريف بحوالي ١٢ مليون نسمة مما سيضعف الضغط على الأراضي القابلة للزراعة التي تشكل حالياً أكثر من ٧٪ من اجمالي مساحة الأراضي في الوطن العربي . وسوف نلقى الضوء باختصار شديد على أهم مصادر المياه في الوطن العربي .

(١) نهر النيل *

يبلغ طول نهر النيل ٦٦٩٥ كم من منابعه فى بورندى عند خط عرض ٤° جنوباً إلى مصبه فى البحر الأبيض المتوسط عند خط عرض ٣١° شمالاً عند مدبتي دمياط ورشيد بجمهورية مصر العربية : وتقدر مساحة حوض النيل بـ ٢,٩٧٨ مليون متر مربع . ومياه النيل جيدة ، ويختلف حجمها بين عام وآخر ، ولكنها فى المتوسط حوالى ٨٤ مليار متر مكعب سنوياً توزع بين مصر والسودان بمقدار ٥٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً حصه مصر مقدره عند أسوان ، و ١٨,٥ مليار متر مكعب حصه السودان والباقي وهى ١٠ مليار متر مكعب ضائع فى البحر . وإذا أخذنا فى الاعتبار احتياجات مصر فى المستقبل من المياه فإن الواقع يؤكد أنها ستكون بحاجة لنحو ١٨ مليار متر مكعب سنوياً فى نهاية هذا القرن . فما هو الحل ؟

ولكن بالنسبة للسودان فإن مطالبها للمائة أقل من مطالب مصر ، ويعود ذلك لقلة عدد سكانها نسبياً ومطرها الغزير المنتظم . ومع ذلك فإن مشكلة المياه تتعقد فى كل من مصر والسودان نظراً للحفاف والتصحر الذى أصاب هذين القطرين .

ويتلقى نهر النيل كميات هائلة من الملوثات الخطره مثل نفايات

* مقالة د. سمير عيسى سعد . مجالات البيئة الكويتية ١٩٩٤ م .

وكيماويات المصانع والصرف الزراعى المحمل بآثار المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية ومخلفات المجارى والملوثات التى تهدد صحة الإنسان والبيئة بشكل عام . وتتواجد فى مياه النيل أنواع مختلفة من الملوثات منها المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكاديوم ، وكذلك يوجد الكبريت بالإضافة للملوثات البيولوجية مثل الكائنات البكتيرية والفيروسات والديدان والطحالب . وتشير التقارير الطبية إلى أن عدد حالات الوفاة فى مصر بسبب الأمراض المنقولة عن طريق المياه الملوثة يزيد عن ٩٠ ألف حالة فى العام الواحد . فلقد عاش الإنسان المصرى عصورا طويلة ينظر إلى نهر النيل نظرة إجلال واحترام باعتباره شريان الحياة وكان عليه فى عقيدته القديمة أن يقف أمام العدالة الإلهية فى يوم البعث ليؤكد أنه لم يلوث النهر حتى يستحق نعيم الحياة الآخرة ، فقد قدسه الأجداد ولوثة الأحفاد !!!

(٢) نهر الفرات

ينبع نهر الفرات من نبعين كبيرين فى تركيا (قوه صو ، مراد صو) حيث يسير ليدخل سوريا ويجرى فيها مسافة ٦٧٥ كم ويعدها يدخل العراق عند مدينة البوكمال حيث يسير ليصب فى شط العرب بطول ٢٧٠٠ كم ، ولذا فهو أطول أنهار جنوب آسيا . وتبلغ المساحة الكلية لحوض نهر الفرات ٤٤٤ ألف كيلو متر مربع (٣٨ ٪ فى تركيا ، ١٧ ٪ فى سوريا ٤٥ ٪ فى العراق) .

ويختلف إيراد النهر من شهر إلى آخر ومن عام إلى آخر ، ولكن متوسط الايراد يبلغ ٢٦,٤ مليار متر مكعب سنويا ، توزع كالتالى :

١٠ مليار متر مكعب لتركيا ، ٤,٥٠ مليار متر مكعب لسوريا ، ١١,٨٥ مليار متر مكعب للعراق . وتعتمد كل من سوريا والعراق اعتمادا حيويا على مياه نهر الفرات .

(٣) نهر دجلة

ينبع نهر دجلة من الأراضي التركية ويبلغ طوله من منبعه إلى مصبه في شط العرب ١٨٤٠ كم ويأتي ٤٠٪ من إيراده المائي من المناطق الجبلية التركية أما الباقي فيأتي من روافده بالأراضي العراقية . وهناك بعض الروافد التي تنبع من الأراضي الإيرانية مثل كارون وكاركية . يمر نهر دجلة أيضا في أراضي تركيا وحدود سوريا والعراق ولكن الجزء الأكبر منه يوجد في العراق . وتبلغ المساحة الكلية لحوض دجلة مع روافده ١٦٦,١٥ كيلومتر مربع .

ويبلغ إيراد النهر عند مدينة الموصل في العراق ٤٥,٢٨ مليار متر مكعب سنويا . ولا يقل التلوث في نهري دجلة والفرات عما هو موجود في نهر النيل وإن كانا على صورة أقل ولكن تلوث النهرين في العراق يوجد على صورة أكبر بكثير مما هو في تركيا أو سوريا .

(٤) شط العرب

شط العرب هو الاسم الذي يطلق على المجرى السفلي لنهري دجلة والفرات بعد إلتقاها شمال مدينة البصرة العراقية ويبلغ طول شط العرب ١٩٠

كيلومتر قبل التقائه بنهر كارون الذى ينبع من إيران . ونوعيه مياه شط العرب أقل جوده من نهري دجله والفرات لأن كمية الأملاح المذابة فيه أكثر مما هى فى النهرين .

(٥) أنهار سوريا ولبنان

يوجد فى كل من سوريا ولبنان عدة أنهار صغيرة مثل نهر العاصى الذى ينبع من منطقة البقاع اللبنانية ويسير فى لبنان مسافة ٣٥ كيلومتر ، ثم يدخل سوريا ليسير فيها حوالى ٥٠٠ كيلومتر ، ثم يدخل تركيا حتى الاسكندرونه ليصب فى البحر الأبيض المتوسط قرب مدينة إنطاكية ، ومياهه جيدة تستخدم فى الري وتوليد الكهرباء ومصدر لمياه الشرب ، ويبلغ إيراد السنوى من المياه ٢٤٥ مليون متر مكعب .

توجد كذلك عدة أنهار صغيرة مثل نهر الخابور ونهر الساجور ، والسن وبردى والأعوج وباتليس ويبلغ إيراد هذه الأنهار ٢,٨ مليار متر مكعب . والتلوث فى هذه الأنهار عموماً قليل جداً لقلة الملوثات البشرية التى تصب فيها أو قلة المصانع التى تلقى مخلفاتها فيها .

ويقدر الخبراء أن سوريا والعراق ولبنان ستعانى عجزاً مائياً بحلول عام ٢٠٠٠ م ، مع ملاحظة أن هضبة الجولان المحتلة والتى تحوى فى باطنها مياه بكمية كبيرة يمكن أن تسد جزءاً لا بأس به من ذلك العجز ، كما أن نهر اليرموك الذى

ينبع من سوريا ويصب في نهر الأردن والذي يقدر معدل إيراده السنوى بـ ٤٠٠ مليون متر مكعب يمكن أن يسد أيضا جزءاً آخر من هذا العجز .

أما نهر الليطاني فيقع كله في الأراضي اللبنانية ويبلغ طوله ١٧٠ كيلومتر حيث يصب في البحر الأبيض المتوسط قرب مدينة صور ويبلغ إيراده السنوى حوالى ٨٥٠ مليون متر مكعب سنويا ومياهه ممتازة ويستخدم للرى والشرب وكميات الملوثات به شبه منعدمة .

نهر الحاصباني ينبع من جبل الشيخ على ارتفاع ٩٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر ويبلغ إيراده السنوى حوالى ١٥٣ مليون متر مكعب سنويا . وقد قامت اسرائيل بعمليات كثيرة وحصلت منها على كميات كبيرة من المياه سواء من هذا النهر أو من نهر الوزاني القريب منه ، كما أتمت اسرائيل عام ١٩٨٧ تحويل مياه الحاصباني وينابيع الوزاني وجزءا من مياه نهر الليطاني ، وبذلك استولت على أغلب الموارد المائية فى الجنوب اللبناني وهذه المياه بالطبع ليست مياه فائضة عن احتياجات لبنان ، ولا تتوفر لدينا معلومات عن نسبة التلوث فى هذه المصادر المائية .

(٦) مياه شبه الجزيرة العربية

لاتوجد أنهار جارية فى شبه الجزيرة العربية ، فحصل المملكة العربية السعودية على المياه من أربعة مصادر هى :

(١) المياه السطحية وتشمل مياه السيول الناتجة عن الأمطار والتي تقلر بحوالى ٢ مليار متر مكعب سنوياً ويتم الاستفادة منها عن طريق السدود ويوجد فى المملكة ما يقرب من ٢٠٠ سد اكتمل إنشاء أغلبها ، وتبلغ السعة التخزينية لهذه السدود حوالى ٤٤٥ مليون متر مكعب من المياه .

كما يوجد فى المملكة عدد من العيون ، فى حين يوجد عدد كبير من الينابيع فى أنحاء كثيرة من المملكة وبعض هذه العيون ذات درجات حرارة عالية قد تصل إلى ٨٥°س مثل العيون الحارة فى جيزان .

(٢) المياه الجوفية وهى تقوم بتغطية أكثر من ٧٠٪ من احتياجات المملكة للمياه .

(٣) مياه البحر الحلاه وهى من أهم مصادر المياه فى المملكة العربية السعودية التى تعتبر أكبر منتج للمياه المقطرة فى العالم (حوالى ٣٠٪ من إنتاج العالم) ويوجد حوالى ٢٤ محطة تحلية بالمملكة موزعة على ساحلى البحر الأحمر والخليج العربى وتقوم بتغطية حوالى ٥٠٪ من الاستهلاك اليومى من المياه .

(٤) مياه الصرف الصحى المعالجة وهى تمثل نسبة ضئيلة جداً من موارد المياه بالمملكة وتقدر كميات المياه المستعملة من هذا المصدر حوالى ١٠٠ مليون متر مكعب .

أما مياه دولة الكويت فهي قليلة وتُصنف مواردها المائية إلى :

(١) المياه السطحية وهي عبارة عن مياه السيول الناتجة عن مياه الأمطار ويضيع معظمها نتيجة التبخر والياقي يتسرب لباطن الأرض .

(٢) المياه الجوفية وهي عبارة عن مياه جوفية صليبية تتراوح ملوحتها بين (٢٠٠٠، ٥٠٠٠) جزء في المليون ، أو مياه جوفية عذبة . وأهم تكوين حامل لهذه المياه هو تكوين الدببة المتمركز في النصف الشمالي من أراضي دولة الكويت . وتقل ملوحة هذه المياه عن ١٠٠٠ جزء في المليون ولكن كمياتها شأنها في ذلك شأن بقية دول الخليج ، سخرت التقنية الحديثة لتقطير مياه البحر ، والكويت هي أول دولة خليجية قامت بتقطير مياه البحر (١٩١٤ م) وتوجد ست محطات تقطير تنتج ١٦٥ مليون متر مكعب سنويا وهذا يغطي حوالي ٦٣٪ من احتياجات الكويت المائية .

أما في دولة البحرين فالمياه الجوفية هي أهم الموارد المائية فتبلغ ١٧٠ مليون متر مكعب سنويا ، كما توجد في البحرين عيوناً طبيعية برية وبحرية ، كذلك لجأت دولة البحرين إلى تقطير مياه البحر نتيجة نقص المياه فأقامت ثلاث محطات يبلغ إنتاجها السنوي ٤٥ مليون متر مكعب سنويا (تقدير عام ١٩٨٤ م) . وتحاول البحرين استغلال مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية بعد معالجتها .

ولا تختلف قطر كثيرا عن ذلك ، فلا يوجد في دولة قطر نهر دائم ولكنها تعتمد على المياه الجوفية ، وهي مياه مالحة لقرب مصادرها من مياه الخليج العربي ، كما تعتمد قطر أيضا على المياه المقطرة من البحر لسد الحاجة السكانية والصناعية والزراعية فتوجد فيها محطتين لتقطير مياه البحر بسعة إنتاجية سنوية تبلغ ٦٥ مليون متر مكعب سنويا . كما أنشأت دولة قطر محطتين لمعالجة مياه الصرف الصحي بسعة انتاجية سنوية تبلغ حوالى ٤٠ مليون متر مكعب تستخدم فى القطاع الزراعى . وتحتاج قطر إلى كميات كبيرة من المياه ربما تقوم بتعويضها عن طريق المياه المقطرة .

دولة الامارات العربية المتحدة أيضا لا يوجد بها نهر دائم الجريان وهي تحصل على حاجاتها من المياه سواء من المياه السطحية المتمثلة فى العيون والأفلاج ومياه الوديان (الفلج شق مائل يحفره الإنسان فى الأرض حتى يصل إلى مستوى المياه الجوفية) وقد قدرت الموارد من هذه المصادر بنحو ١٧٥ مليون متر مكعب (تقديرات عام ١٩٨٦ م) . أما المياه الجوفية فيقدر إنتاجها بحوالى ١٠٠ مليون متر مكعب سنويا وهي مياه جيدة تسوء كلما اتجهنا ناحية الساحل . لذلك فإن مياه البحر المقطرة تعتبر مصدر كبير من مصادر المياه فى دولة الامارات فيقدر إنتاجها بحوالى ٢٣٢ مليون متر مكعب فى السنة . وقد بادرت الدولة لإقامة محطات لمعالجة مياه البحارى وإعادة استخدامها فى الأغراض الزراعية تنتج حوالى ٦٣ مليون متر مكعب سنويا . ومع ذلك فالعجز المتوقع عام ٢٠٠٠ سيكون فى حدود ١٥٠ مليون متر مكعب سنويا ولا بد للدولة الامارات شأنها شأن كل الدول الخليجية من

أن تلجأ إلى زيادة كمية المياه المقطرة ومياه الصرف الصحي المعالجة لكي تحافظ على بيئة سليمة في المستقبل .

أما سلطنة عُمان فتختلف بعض الشيء عن بقية دول الخليج في أن أمطارها من النوع الإعصاري ذي الكثافة العالية وقصر مدة التماثل ومع أنه لا يوجد نهر في السلطنة إلا أنه يوجد القليل من التصريفات الدائمة الجريان في الأحباس العليا من الأودية ويبلغ مجموع الموارد المائية السطحية في السلطنة ٩١٨ مليون متر مكعب سنوياً أما المياه الجوفية فتتباين من مياه شديدة العذوبة إلى مياه شديدة الملوحة ، وتقدر كميات المياه الجوفية بـ ٦٠٠ مليون متر مكعب سنوياً يستخدم أغلبها في الأغراض الزراعية . وتعتبر سلطنة عُمان من أوائل الدول التي أولت البيئة اهتماماً خاصاً ولعلها أول دولة عربية تنشئ وزارة خاصة بالبيئة . وقد بدأت السلطنة منذ سنوات بإقامة مشاريع لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في ري الحدائق ومناطق الأشجار المثمرة ويقدر وارد هذه المشاريع بحوالي ٩ مليون متر مكعب سنوياً تستخدم كلها في الزراعة . ويقدر العجز المائي في السلطنة عام ٢٠٠٠م بحوالي ١٠٤ مليون متر مكعب سنوياً لذلك تقوم السلطنة بزيادة عدد السدود المنشأة وزيادة كمية مياه البحر ومياه الصرف الصحي المعالجة .

لا تختلف اليمن أو دول الشمال الإفريقي (ليبيا - الجزائر - تونس - المغرب) عن دول الخليج كثيراً في مصادر المياه فأغلبها يعتمد على المياه الجوفية والمياه المقطرة الواردة من البحر مع أنه توجد أنهار عدة في كل من الجزائر وتونس والمغرب .

وينظرة سريعة نجد أن دول الوطن العربي كلها ستعرض للعجز المائي في
السنوات القليلة القادمة . فماذا فعلنا ونفعل أو سنفعله في انتظار ذلك اليوم ؟

التصحّر والتنوع البيولوجي

Desertification and Biodiversity

﴿ ويسعون في الأرض فساداً والله لا يحب للفسدين ﴾
﴿ سورة للأنعام آية ١٤ ﴾

إن كان مؤتمر نيروبي الذي عقدته الأمم المتحدة في أغسطس ١٩٧٧ هو بداية الاهتمام العالمي بمشكلة التصحر ، فذلك لا يعني أنها مشكلة جديدة على العالم ، فمشكلة التصحر تعد من أهم وأقدم وأخطر المشاكل التي تواجه العالم عامة ، والوطن العربي خاصة ، لأن أغلب أراضيه تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة . وقد نشرت الـ UNEP في تقاريرها أن الفاقد السنوي في الانتاج الزراعي العالمي نتيجة التصحر يقدر بما قيمته حوالي ٢٦ بليون دولار ، مما يدل على الخسارة التي يتكبدها العالم من جراء هذه المشكلة . ورغم أن مؤتمر نيروبي قد اتخذ عدة قرارات للحد من عملية التصحر إلا أن هذه الجهود للأسف لم تؤتي ثمارها في مواجهة المشكلة بل أنها في تزايد مستمر .

ورغم وجود الصحارى فى كل قارات العالم ، إلا أنه ارتبط فى الزمن بالشرق الأوسط وشمال إفريقيا ، وبالعالم العربى والإسلامى مع أنه توجد مناطق صحراوية شاسعة فى الأمريكتين وأستراليا وهى كلها صحارى قاسية تعكس بشكل عام أهم ملامح الصحراء من خلاء واسع مزمى قليل جداً فى مظاهر الحياة النباتية والحىوانية إلى جانب ندرة الماء وارتفاع درجة حرارة الجو التى تؤدى إلى تبخر جزء كبير جداً مما يسقط عليها من أمطار متفرقة وسقوطها غير منتظم فى أغلب الأحيان .

ولكن ما هى الصحراء ؟

يختلف تعريف التصحر عند ذوى التخصصات المختلفة ، فعالم المناخ مثلاً يهتم بحركة كتل الهواء وكمية الأمطار ، فى حين يرى عالم النبات أن خصائص الكساء الخضرى هى التى تحدد مفهوم التصحر ، بينما عالم التربة يهتم بنوعية التربة ودرجة خصوبتها .

ولآن يوجد جدل ... حول تعريف التصحر ، وكان راب **Rapp** أول من عرف التصحر بمفهومه الشامل عام ١٩٧٤ بأنه " انتشار الظروف والحالات البيئية الشبيهة بتلك السائدة فى الصحراء فى المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة تأثير الإنسان والتغيرات المناخية " .

فالتصحر إذا هو أحد أشكال التدهور الشامل الذى يطرأ على البيئة فى منطقة ما ، بفعل جملة من العوامل المتداخلة مع بعضها ، ففى بعض البيئات تتدهور

قدرة الأرض على الإنتاج النباتي وبالتالي يحدث نقص فى الإنتاج الحيوانى مما يؤدي بهذه البيئات إلى ظروف تشبه ظروف البيئة الصحراوية . ولكننا يجب أن نفرق بين الجفاف والتصحر ، فبينما نجد أن الجفاف ظاهرة طبيعية تجى وتذهب ، يعتبر التصحر عملية مختلفة تماما تكون ناتجة عن نشاطات الإنسان فى أكثر الأحيان ، ولذلك يميل بعض العلماء إلى تسميتها بالتصحير لأنها من فعل الإنسان ، ومع أن الجفاف يكون بداية للتصحير إلا أن العامل الرئيسى المسبب للتصحير هو الأنشطة البشرية والمتمثلة فى سوء استغلال الأراضى وإدارتها والمغالاة فى الاستفادة من الغطاء النباتى والدليل على ذلك أن التصحر يمكن أن يحدث فى المناطق الرطبة وشبه الرطبة أيضا .

* الصحراء فى العالم

تبلغ مساحة الصحارى فى العالم أكثر من ٤٨ مليون كيلومتر مربع أى ما يعادل ٣٦,٣٪ من المساحة الكلية لسطح اليابسة (الصحراء الطبيعية) أما إذا أضفنا إليها ما تحول من أراضى زراعية إلى صحراء (تصحر) فإنها تبلغ حوالى ٤٣٪ من المساحة الكلية لسطح اليابسة أى أن ما تحول من أراضى زراعية إلى صحراء نتيجة الاستغلال الجائر للإنسان قد بلغ حوالى ٧ مليون كيلو متر مربع . ويعانى من مشكلة التصحر حوالى ٦٣ دولة من دول العالم .

أما بالنسبة للوطن العربى والذى يمتد من موريتانيا غربا إلى الخليج العربى شرقا ، ومن أقصى شمال العراق حتى أقصى جنوب الصومال شاعلاً مساحة قدرها

حوالى ١٤ مليون كيلومتر مربع ، فهو يتميز بتنوع البيئات بحيث يشمل الأراضى القاحلة والغابات المعتدلة والاستوائية والجبال والأراضى الزراعية التى تتركز حول الأنهار ، وتبلغ مساحة الأراضى الصحراوية القاحلة أكثر من ٨٠٪ من مساحة الوطن العربى .

ويعانى الوطن العربى من مشكلة التصحر أكثر من غيره والدليل على ذلك أن الأراضى التى تحولت إلى صحراء فى تونس مثلاً قد بلغت ١٢٥٠٠ كم٢ خلال ١٠ سنوات فقط ، ما يحدث فى موريتانيا والسودان نتيجة تأثيرهما بنوبات الجفاف المتتالية ، ولا نقل العراق وسوريا عن ذلك فنسبة كبيرة من أراضيهما قد تصحرت بفعل التملح والتغدق* وأصبحت تلك المناطق عديمة الانتاج .

ذكر فى دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة بالاشتراك مع الـ UNEP أن حوالى ٣٥٧ ألف كم٢ من الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة فى الوطن العربى ستصبح تحت تأثير التصحر حتى نهاية هذا القرن أى بنسبة ١٨٪ من مساحة هذه الأراضى وهى نسبة عالية ستؤدى إلى آثار اقتصادية واجتماعية سيئة .

* التغدق هو زيادة تشبع التربة بالماء مما يؤدى إلى ضعف التهوية واحتراق جذور النباتات .

وقد حدد مؤتمر الأمم المتحدة حول التصحر والذي سبقت الإشارة إليه ،
أربع درجات لحالات التصحر وهى :

١ - تصحر خفيف

وفيه يبدأ ظهور بوادر التدهور البيئى متمثلا فى قلة الأنواع التى تكون
الغطاء النباتى ولا يؤثر على البيئة بشكل واضح .

٢ - تصحر متوسط

وهو يمثل مرحلة متوسطة من التدهور البيئى ويتمثل فى انخفاض نسبة
الغطاء النباتى والانجرافات خفيفة للتربة وتعريتها بسبب الرياح والأمطار ،
وازدحام ملوحة التربة ونقص فى الإنتاج يصل إلى ٢٥٪ وتكون فيه الفرصة
سائحة لمكافحة التصحر لأن التأخير عن ذلك يعطى فرصة كبيرة لزيادة
معدلات التدهور .

٣ - تصحر شديد

ويحدث فيه نقص واضح فى نسبة النباتات المفيدة وتحل محلها نباتات أقل
قيمة أو ضارة ، كما يزداد انجراف التربة وتعريتها وينقص الإنتاج بنسبة
٥٠٪ ، وتزداد ملوحة التربة بدرجة لا يمكن استمرار الزراعة معها ، ويعتبر
استصلاح الأراضى فى هذه المرحلة عملية ممكنة ولكنها ستكون مكلفة
وبطيئة .

٤ - تصحر شليد جلدأ

وهى أقصى مراحل التدهور فتصبح فيها الأرض جرداء وتندم قدرتها الإنتاجية تماما ، ومن الصعب استصلاح الأراضى مرة أخرى عند وصولها لهذه المرحلة .

وكما ذكرنا بدأ اهتمام حكومات العالم بعملية التصحر ، التى ازداد حدوثها بسرعة فى العصور الأخيرة ، وكان نتيجة ذلك ضياع مساحات شاسعة من الأراضى المنتجة ، فيعانى ما بين ٨٠٠ - ١٠٠٠ مليون نسمة فى العالم من نتائج التصحر . كما بلغت مساحة الأراضى التى تصحرت فى العالم نتيجة إهمال الدراسات البيئية فى المشروعات الإنمائية ما يعادل مساحة البرازيل أكبر دول أمريكا اللاتينية ، وكان من نتائج التصحر تسارع الهجرة من الريف إلى المدن والعيش فى العشوائيات التى تفتقر إلى أبسط مظاهر الحياة الكريمة .

وتشير بعض الدراسات إلى أن الأراضى القابلة للزراعة والاستصلاح الزراعى فى العالم والتى تبلغ ٣٠ مليون كم^٢ ستتناقص بشكل تدريجى ، وأن حوالى ٦٠٠ كم^٢ من الأراضى الزراعية تتحول إلى صحراء سنوياً . ومما يزيد من خطورة التصحر أن المناطق المتصحرة لا يمكن بسهولة استعادة حالتها الأصلية ، ومما يؤكد ذلك أن كثيراً من الحضارات زالت نتيجة للتصححر . ففي السودان مثلاً نجد أن الأجزاء الشمالية التى كانت مليئة بالغابات حتى عهد قريب ، الآن أزيلت هذه الغابات لأغراض الزراعة وتدهورت الأراضى وزحفت الصحراء .

وفى مصر كانت المنطقة الغربية (غرب الاسكندرية) تعتبر مزرعة القمح للدولة الرومانية ، كما كانت تنتج أفخر أنواع الكروم والزيتون ، ولكنها تصحرت وتدهورت قدرتها على العطاء الآن . وفى الأردن نرى آثار الغابات فى بعض المناطق التى أصبحت الآن صحراوية حافة نتيجة تدخل الإنسان بالرعى الجائر والتفطيع المستمر لأشجار هذه الغابات ، ولاشك أن التلوث الهوائى يقوم بدور فعال فى إحداث التصحر كما هو حادث الآن فى كثير من المناطق الرطبة سواء فى أوروبا أو أمريكا حيث تفقد الأراضى الرطبة هناك غطاءها النباتى وقدرتها على الإنتاج نتيجة تزايد حموضة ماء المطر وأثره على الغطاء النباتى والتركيب الكيميائى للتربة .

* مظاهر التصحر ونتائجه

هناك ظواهر عديدة تحدث نتيجة للتصحر ، وأهمها ما يلى :

١ - زيادة حركة الكيبان الرملية وزحفها ، والتى قد تغمر المناطق الزراعية والطرق .

٢ - تدهور بيئة المراعى لانخفاض كثافة الغطاء النباتى ، والكتلة الحيوية التى تنتجها المراعى ، وما يتبع ذلك من استفاد للمرعى والغذاء اللازم للحيوانات .

٣ - تدهور الامدادات بالماء وتغير معدل التسرب السطحي ، وكما نعلم أن تغير المياه الجوفية كما وكيفا يعد أحد مظاهر التصحر .

- ٤ - التندق بالماء ، وملوحة الأراضى الزراعية .
- ٥ - انخفاض الإنتاج للمحاصيل فى الأراضى الزراعية التى تعتمد على ماء المطر ، فلا شك أن تدهور التربة ونقص موارد المياه الناجمين عن التصحر كلها تؤدى لانخفاض إنتاج المحاصيل .
- ٦ - اتلاف الغابات وإزالة الأشجار الخشبية ، وهذا يؤدى إلى انخفاض الكتلة الحيوية الخشبية ، وبالتالي الاضطراب إلى السير والانتقال مسافات طويلة من أجل الحصول على حطب الوقود أو مواد البناء .



شكل (٣٥) قطع الأشجار الخشبية لاستخدامها كوقود

* أسباب التصحر

يعود التصحر إلى كثير من الأسباب منها الأسباب الطبيعية والأسباب البشرية :

أولاً : الأسباب الطبيعية للتصحر

رغم أن العوامل البشرية تمثل العامل الأكبر والأهم في انتشار التصحر ، إلا أن هناك بعض العوامل الطبيعية التي تكون سبباً في عملية التصحر منها :

١ - الظروف المناخية

تمثل الظروف المناخية أكثر الأسباب الطبيعية التي تؤدي للتصحر ، خاصة قلة الأمطار الساقطة على المناطق القابلة للتصحر ، مما يجعلها مناطق هشة سريعة التأثير لأي عامل يؤدي إلى التصحر . قلة الأمطار أو تذبذبها من سنة لأخرى في بعض المناطق يجعلها تتعرض لنوبات من الجفاف تؤدي بالتسالي إلى تدمير القدرة البيولوجية للأراضي مما يساعد على انتشار التصحر . والجدول رقم (٩) يوضح أن معدل سقوط الأمطار وهي المصدر الرئيسي للمياه في الوطن العربي متفاوت جداً ، وأن حوالي ٦٦٪ من مساحة الوطن العربي مناطق جافة وشبه جافة ، تقل الأمطار فيها عن ١٠٠ ملميمتر ، وهذا القدر لا يكفي للزراعة ، بينما ١٦٪ من مساحة الوطن العربي تتلقى مطراً سنوياً يتراوح بين ١٠٠ - ٣٠٠ ملميمتر ، وهذه الكمية لا تكفي إلا لنمو بعض النباتات العشبية والشجيرات ، أما المناطق الباقية فهي مناطق مناسبة للزراعة .

معدل كمية الأمطار السنوية (مم)	المساحة الكلية التي تسقط عليها الأمطار (كم ^٢)	النسبة المئوية
أقل من ١٠٠	٩,١٥٨,٠٩٦	٦٦
١٠٠ - ٣٠٠	٢,١٩٤,٤٣٥	١٦
٣٠٠ - ٦٠٠	١,٣٢٠,٢٤٣	٩,٥
٦٠٠ - ١٠٠٠	٨١٥,٥٩٦	٥,١
أكثر من ١٠٠٠	٢٨٨٣٤,٠٠٠	٣,٤
المجموع	١٣,٧٦٦,٧١٠	١٠٠

جدول (٩) بيان توزيع الأمطار في الوطن العربي

٢ - تحركات الكثبان الرملية

تلعب تحركات الكثبان الرملية دوراً مهماً في انتشار التصحر لأن زحف الرمال على الأراضي الزراعية أو أراضي المراعى يؤدي إلى تحويلها لصحراء عديمة الإنتاج . وتعتبر الكثبان الرملية المتحركة من أكبر المشاكل في كثير من المناطق الصحراوية ، إذ تزحف على القرى والأراضي الزراعية والطرق وتغرقها في بحر من الرمال . كما تسبب الرمال المتحركة نحرًا وتآكلاً في بعض المناطق وتغطي الآبار والمزارع وقنوات الري - كذلك يؤدي اختفاء

* الجدول عن المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الخرطوم - برنامج الموارد الطبيعية ١٩٨٠ .

الغطاء النباتى فى بعض المناطق - بسبب قطع الأشجار والشجيرات
والاحتطاب والرعى الجائر إلى انهيار التربة الزراعية وسفى حبيباتها .



شكل (٣٦) زحف الرمال ي تلف المزروعات ويؤدى للتصحّر

وتهدد الرمال المتحركة بعض المناطق الزراعية فى وسط الصحراء خاصة
الواحات ذات الأراضى الزراعية الخصبة وعيون الماء كما هو الحال فى واحات

الصحراء الكبرى فى مصر وواحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية . وهناك طرق عديدة لتثبيت الكبان الرملية منها تنمية نباتات عشبية تحمى الكبان من التنقل وتعمل على تماسك حبيبات الرمل وثباتها فى مكانها وهذا ينجح فى الأماكن للمطرة ، أما فى الأماكن شديدة الجفاف فالأمر يستلزم اتباع طرق أخرى كزراعة حواجز من الأشجار سريعة النمو ومقاومة للجفاف والحرارة مثل أشجار الأثل . وهناك طرق عديدة لتثبيت الكبان الرملية بالكيمائيات مثل رشها بالأسفلت والزيوت الخام إلا أنها سرعان ما تتدثر بعد عدة أعوام ويعود الحال إلى ماكان عليه علاوة على تكاليفها الباهظة . وعموما تعتبر طريقة تثبيت الكبان الرملية بالكساء النباتى المزروع هى أفضل الطرق .

* ثانيا - الأسباب البشرية للتصحّر

يمثل الإنسان والأنشطة التى يقوم بها السبب الرئيسى لعملية التصحر ، فاستغلال الإنسان الجائر لبيئته أدى إلى تدهور الغطاء النباتى والزربة وقلة الماء وبالتالي أدى إلى التصحر . ومن أهم الأنشطة الإنسانية التى أدت إلى حدوث التصحر مايلى :

١ - الرعى الجائر

الرعى الجائر هو أحد أهم الأسباب لزوال الغطاء النباتى وبالتالي خلق ظروف التصحر ، فقد الغطاء النباتى يتبعه اختفاء الحيوانات التى ترعاه ، كما أن نقص الغطاء النباتى يساعد على تعرية الزربة وإجرافها ، وما يتبعه من نقص فى

انتاجية الأرض وتدهورها ، والأراضى التى ترعى فيها أعداداً كبيرة من الحيوانات تسبب فى إزالة تماسك الطبقة فى انتاجية الأرض السطحية للتربة مما يساعد على التسرب السطحي للماء ، فيؤدى ذلك بدوره إلى جفاف الأرض فى تلك المناطق وتحولها إلى أراضى ذات طبيعة صحراوية جافة .

ويلعب التكوين القبلى فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية دوراً هاماً فى عدم حماية المراعى خاصة أن الجميع يسعى لزيادة عدد الحيوانات لديه حتى يتصف بالثراء ، فهناك بعض المفاهيم الخاطئة لدى البدو مثل اعتبارهم كثرة الحيوانات رمزاً للجاه والسلطان الاجتماعى غير عابئين بما سيحدث للمراعى من تدهور . صحيح أن المراعى منذ القدم هى الطابع المميز لصور الحياة فى الجزيرة العربية كلها ، ولكن كثرة عدد الحيوانات زاد من الضغط على البيئة النباتية تدريجياً مما حولها إلى صحراء جدياء ، خاصة أن الرعى يتم بدون أى إرشاد أو توعية للرعاة . وهناك ظواهر خاصة ببعض مناطق الوطن العربى ، فقد يتركز أصحاب الحيوانات حول أماكن تواجد الماء ، فتزعى حيواناتهم حول مورد الماء مما يؤدى لزوال الغطاء النباتى فى فترة قصيرة ويعجل ذلك مجذوث التصحر .

٢ - قطع الأشجار

تمثل الأشجار والشجيرات مصدراً مهما لسكان المناطق البدائية لاستخدامها فى بناء منازلهم أو كوقود . ولكن معدل نمو الاشجار قليل بالنسبة لمعدل تقطيعها مما يؤدى إلى اختفائها تدريجياً وبالتالى تصحر الأرض . وفى بعض

المناطق لا يكون تقطيع الأشجار بسبب استخدامها كوقود فقط بل تزال بغرض تحويل بعض أراضي الغابات والرعى إلى أراضي زراعية ، ووجود



شكل (٣٧) الرعى الجائر يودى للتصحّر

هذه الأشجار له آثار كبيرة على زيادة معدلات سقوط الأمطار وانخفاض درجات الحرارة وزيادة الرطوبة في الجو ، علاوة على أنها تقلل من سرعة الرياح وبالتالي تعمل على تثبيت التربة وحمايتها ، وتثبيت الرمال المتحركة

وهناك الكثير من الدراسات التي أجريت لبيان أثر إفراط الإنسان في قطع الأشجار والتي تبين منها أن الإنسان هو صانع التصحر ، كما تشير هذه الدراسات إلى أن الوقود الخشبي أصبح سلعة نادرة صعب الحصول عليها في كثير من الدول النامية سواء في المناطق الجافة أم شبه الجافة كما هو حادث في بعض الدول الإفريقية . وأن بعض النساء في هذه الدول يضطرون للمشى والبحث عن الوقود مدة طويلة يوميا ، وذلك لاستخدامه في صنع الغذاء . كما أن الأسر في المدن تنفق مبالغ كبيرة من دخلها لشراء الخشب المستخدم كوقود والذي فاق سعره سعر البترول .



شكل (٣٨) غطاء الأرض فوق الرزوس لاستخدامه كوقود

وقد قدرت منظمة الفاو (FAO) أن مساحة الأشجار والشجيرات التي تقطع سنويا في المناطق الجافة وشبه الجافة تقدر بحوالى ٤ مليون هكتار . وبالطبع فإن ذلك يؤدي إلى زحف الصحراء وشيوع التصحر الذي لا يمكن علاجه كما لا يمكن تعويض تلك الأشجار المقطوعة .

٣ - التنمية الزراعية الحافظة

في كثير من المناطق شبه الصحراوية يلجأ الأهالي للزراعة التي تعتمد على ماء المطر ، ويزرعون أماكن متفرقة خوفا من عدم نزول المطر ، وفي كثير من الأحيان لا يسقط المطر ، وبالتالي تترك الأرض بعد حرثها فتكون هشة غير متماسكة مما يؤدي لانجرافها الشديد بواسطة الرياح ، وحتى إذا سقط المطر بشدة فإن التربة تنحرف أيضا بفعل الماء لأن الأهالي يزيلون الكساء النباتي عند إعداد الأرض للزراعة - الذي كان يعمل على تماسكها - وقد زاد انجراف التربة نتيجة استخدام الآلات الزراعية الحديثة مما ساعد على تفكيك حبيبات التربة نتيجة لعمق الحرث . ويلجأ بعض الأهالي في تلك المناطق المروية بالمياه الجوفية أو مياه الأنهار مما يؤدي أيضا إلى تدهور التربة نتيجة كثرة استخدام المياه في الري ، وذلك لزيادة نسبة الملوحة بها أو تغدقها ، اعتقادا من الأهالي أنه كلما زادت المياه في التربة كلما كثر المحصول وزاد الانتاج . ولكن زيادة المياه في التربة تضعف من قدرتها البيولوجية ، مما يعمل على نقص التهوية ويعرض جذور النباتات

للاختناق (تغدق) أو نتيجة للتبخر الشديد للماء فتكثر نسبة الأملاح
فى التربة (تملح) .

وكما حدث فى مصر مثلاً أو العراق وسوريا فإن الإسراف فى استخدام
مياه الرى أدى إلى تدهور التربة وتصحرها نتيجة تملحها أو تغدقها ، ومما يساعد
على التملح أيضاً وجود بعض الظروف الجوية التى تساعد على التبخر الشديد ،
كما أن الإسراف فى استخدام الأسمدة والمخصبات وعدم تنظيم الصرف يعمل على
تدهور الأراضى الزراعية ، وقد نجد أن انفعاك الحكومات لزيادة الانتاج الزراعى
تأميناً لحياة الأجيال التى يتزايد عددها بشكل رهيب يدفعها لاستخدام الأسمدة
بكثرة وإجهاد الأرض بالمحاصيل مما يؤدى إلى سرعة تدهورها وبالتالي تصحرها .

٤ - الحرائق

تعتبر الحرائق من أكبر الأسباب التى تحول مناطق السافانا الجافة أو الغابات
إلى أراضى متصحرة ، ومن أهم أسباب الحرائق أعمال تجهيز الأراضى
للزراعة ، فقد وجد أن كثير من الأشجار تتعرض للانقراض نتيجة الحرائق
حيث تحرق الأشجار وتقتل البلور والبادرات . وتلعب الحرائق دوراً
مهما فى جرف التربة وذلك لتعريضها من كسائها النباتى ، فيسهل انجرافها
بالرياح أو بالمياه . كما أن الحرائق تفسد المواد العضوية الموجودة بالتربة
وتهلك الكائنات الحية التى تعيش فى هذه المناطق والتى تقوم ببلور كبير
فى محسوبة التربة .



شكل (٣٩) حرق الغابات من أجل تحويلها لأراضي زراعية

٥ - زيادة أعداد السكان

لاشك أن زيادة عدد السكان هو من أهم العناصر المؤدية لمشكلة التصحر ، لأن زيادة السكان تؤدي إلى قلة الأراضي الزراعية ، فالزيادة

السكانية يتبعها بناء مساكن وإقامة مدن وطرق ومنشآت جديدة ، وللأسف ففي الوطن العربي لا تقام المدن الجديده إلا فى الأراضى الزراعية ، فنفقد بذلك الكثير منها وبالطبع فإن الفاقد فى مساحة الأراضى الزراعية يزيد كثيرا عن الأراضى المستصلحة ، ولو علمنا أن عدد السكان فى الوطن العربى والدول النامية عامة يزداد بمعدل كبير إذ يتضاعف كل ٢٥ سنة تقريباً ، وتوفير الغذاء لهذه الأعداد المتزايدة يستلزم إجهاد الأراضى الزراعية حتى تقى بمتطلبات هذه الأعداد من المحاصيل الغذائية مما يودى بالتالى إلى ضعف القدرة الانتاجية لها وتدهورها السريع مما يجعل بظهور مشكلة التصحر . كما أن زيادة السكان فى كثير من الأراضى الجافة وشبه الجافة مع الإفراط فى الرعى حيث يتولد نوع من التنافس على استخدام الأراضى بين إنتاج المحاصيل وبين تربية الحيوان بدلا من أن يكون هناك تكامل بينهما .

وقد أثبتت الدراسات العلمية أن المناطق الجافة وشبه الجافة كانت دائما عبر التاريخ مصدر الزيادة فى السكان . ومع ما تعانيه البيئة من فقر ، فإن هذه الزيادة فى عدد السكان تودى إلى الإفراط فى استغلال الأرض أو إلى الهجرة منها . ولهذا حدد مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر فى نيروبي أرقاما قياسية لعدد السكان فى المناطق الريفية ، بحيث لا يتعدى ٧ نسمة/كيلومترا مربعا فى المناطق الجافة ، ٢٠ نسمة/كيلومترا مربعا فى المناطق شبه الجافة ولكننا لو نظرنا إلى الواقع لوجدناه يفوق ذلك بكثير مما يسرع بتصحر تلك الأراضى .

* مكافحة التصحر

ذكرنا أن خطة عمل قد وضعت لمكافحة التصحر فى مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر فى عام ١٩٧٧ ، ولكن التصحر مازال مستمرا وبنفس معدل بالرغم من جهود دول العالم فى مكافحة . وكان من أهم أسباب عدم نجاح خطة العمل هذه هو عدم المشاركة الوطنية للمتضررين من التصحر ، وعدم دمج برامج مكافحة التصحر فى خطط التنمية الوطنية ، ونقص القدرات العلمية والتكنولوجية ، والزيادة فى عدد السكان والضغط على الموارد البيئية بدرجة كبيرة .

اختلاف الموارد الطبيعية ، أو تطوير المناطق الحضرية دون سواها قد يؤدي إلى ازدياد عملية التصحر نتيجة لهجرة السكان من المناطق الفقيرة إلى المناطق المتطورة ، ويجب النظر للدور الكبير الذى تلعبه العوامل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية فى عملية التصحر ، ولذا يجب أن تعمل كل دولة على دراسة وتحليل وتقدير التباين لهذه العوامل بهدف إضعاف حدتها . ويكون ذلك باتباع الآتى :

١ - القيام بتحسين مستوى المعيشة للإنسان فى المناطق الجافة بتهيئة فرص بديله للدخل ، تحقيقا للاستقرار السكانى .

٢ - إتاحة الخدمات الاجتماعية والثقافية على غرار ما يتوفر منها فى المجتمعات الحضرية ، بهدف الحد من معدلات ما تفقده المناطق الجافة وشبه الجافة من عمالة الشباب والذين يشكلون غالبية الأيدي العاملة فى الزراعة .

- ٣ - تطوير واستخدام طرق زراعية ورعوية مناسبة مقبولة اجتماعيا وبيئيا ومجدية اقتصاديا ، ومتوافقه مع النظم الجديدة لاستخدام الأرض .
- ٤ - تنمية وصيانة الموارد المائية .
- ٥ - القيام بدراسات لاستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح للاستخدامات المنزلية والزراعية .
- ٦ - توفير مخزون من الغذاء والأعلاف والمرعى والوقود لمواجهة أخطار كوارث الجفاف .
- ٧ - إنشاء وتنسيق وتدعيم المؤسسات العلمية الوطنية التى تهتم بمشكلة التصحر .
- ٨ - تضمين مناهج التعليم فى المدارس والجامعات المعلومات الكافية عن مشكلة التصحر وأسبابها وطرق مكافحتها .
- ٩ - اعداد خطط عمل وطنية لوقف التصحر .
- ١٠ - تحقيق التكامل بين مشاريع مكافحة التصحر وخطط التنمية .
- ١١ - ضبط الاستخدام الرعوى ، وتطوير إدارة المرعى ، وتنظيم حركة الرعاه داخل أرض المرعى زمانيا ومكانيا .
- ١٢ - توطین البدو مع إنشاء بنىات أساسية للاتصالات ومرافق كافية للمعالجة والتسويق ، وإقامة دورات تدريبية لهم لكيفية الاستخدام الأمثل لأراضيهم ومراعيتهم .
- ١٣ - تنظيم عملية قطع الأشجار والشجيرات واستزراع الجديد منها .

١٤- تثبيت الكيبان الرملية وتعريف مواطنى المناطق الجافة وشبه الجافة بالطرق المختلفة لتثبيت هذه الكيبان وأهمية ذلك .

١٥- التعاون الدولى بصدق وإخلاص لمكافحة التصحر دون النظر للاختلافات السياسية أو الاتجاهات القومية . فأسباب التصحر يمكن أن تمتد لجميع دول العالم وكما يؤكد " ريدولف مولفاير " الباحث بمعهد أبحاث السلام فى النرويج إن عام ٢٠٢٥ سيشهد ما يزيد عن ٤٠٠ مليون لاجئ يهربون نتيجة زحف الصحراء والجفاف .

* الغزو العراقى والتصحر

قام الجيش العراقى الغازى أثناء اندحاره من الكويت بحرق كبرى هى تدمير معظم الآبار الكويتية النفطية وتسريب النفط الخام فى الأرضى مما تسبب عنه تكوين ١١٠ بحره نفطية انتشرت فى صحراء الكويت ، وتراوح مساحة البحيرات النفطية بين ١٠٠ - ٥٠٠ متر٢ ويعمق يتراوح بين ١٠ - ٢٥٠ سم ، وبذلك تعرضت صحراء الكويت والغطاء النباتى إلى تدهور شديد من جراء ذلك .

كما كان القصف الجوى وللدفعى وإلقاء القنابل وتفجير الألغام ، كذلك زرع حقول الألغام على الحدود بين الكويت والسعودية وعلى الساحل الكويتى وجوانب الطرق ، وفى حقول البترول وغير ذلك ، وخروج المركبات والمدركات عن الطرق والسير المستمر فى الصحراء وعلى الساحل ، وترسب المواد الهيدروكربونية والمعدنية التى احتوتها السحب المتكونه عن حرائق آبار النفط ، كل

ذلك ترسب فى التربة فعمل على تدهور قدرة الأرض واصبحت النباتات الصحراوية قليلة جداً .

ولاشك ان ماحدث للنباتات انعكس على حياة الحيوان البرى أو المستأنس ، فلم تجد المرعى المطلوب . وكان من الواضح أن تساقط السخام المستمر على سطح التربة تداخل مع حبيباتها فأفسدها وماتت النباتات ، وبكل تأكيد كان اشتعال النيران فى أى بحر بتروليه مدعاه لاهادة كل أشكال الحياة فى المنطقة التى تحيط بالبحر المشتعل ، فلا نباتات ولا بذور يحتمل إنباتها ولا حيوانات أرضية صغيرة يمكن أن توجد ، كل ذلك عمل على تدهور الغطاء النباتي وانضغاط التربة وزيادة التصحر فى الكويت .

* ازالة الغابات وتأثير ذلك على البيئة العالمية

لقد كانت الغابات ضحية لتطور الانسان منذ بدء الخليقة ، وغريب الانسان للطبيعة ازداد بازدياد الطلب على المادة التى يستخرجها ، أو كلما شكلت هذه المادة سلعة تجارية يمكن تصديرها للخارج ، وكان من جراء ذلك أن تعرضت الغابات الاستوائية للاستثمار غير الرشيد بدون تقدير الانسان للخسائر التى تنشأ عن ذلك ، إما نتيجة جهله لنور هذه الغابات فى حياته (مخزن للطاقة الشمسية - مصدر للأكسجين الذى يتنفسه والدواء الذى يستعمله ... الخ) وإما نتيجة لجشعة فى الحصول على المال ... حقاً إن الانسان يدمر نفسه عن طريق تدميره لبيئته لاختياره أسهل الطرق لحل مشكلاته .

والغابات الاستوائية تكون حوالى ٧٪ من مساحة اليابسة ، كما تحتوى على أكثر من نصف أنواع الأحياء النباتية والحيوانية فى العالم . وبمنظرة سريعة فيما يحدث حولنا فى العالم فسنجد أن أسباب تدمير الغابات هى كلها أسباب بشرية بدءاً من حرقها وانتهاءً بتأثير الأمطار الحمضية عليها . وهناك مساحات شاسعة من الغابات أزيلت من أجل تحويلها إلى أراضى زراعية أو من أجل الحصول على الأخشاب . ومنذ الحرب العالمية الثانية يتم إزالة الغابات بطريقة عشوائية ، فقد أثبتت إحدى الدراسات أن حوالى ١١ مليون هكتار من هذه الغابات تزال سنوياً ، ولو ظل هذا المعدل لاختفت الغابات الاستوائية خلال ٥٠ عاماً .

وتساعد حكومات بعض الدول النامية ، الغنية بهذه الغابات على إزالتها ، لأنها تنشئ الحصول على النقد الأجنبى ببيعها أخشاب الأشجار ، كما أن الأهالى الذين يزداد عددهم زيادة هائلة يحتاجون أراضى الغابات لتحويلها إلى أراضى زراعية لإنتاج محاصيل غذائية تفى بمتطلبات أعدادهم المتزايدة ، كما أنهم يحتاجون أخشابها لطهي طعامهم ، وبعد عدة سنوات تصبح هذه الأراضى غير منتجة نتيجة لإجهادها بالزراعة وتقل المحاصيل تدريجياً ولاتعود الأشجار للنمو .

ويقول " روبرت ريتو " الباحث بمعهد موارد العالم فى تقرير صدر عام ١٩٨٨ : أن نظم الضرائب والتجارة وقوانين حيازة الأرض ، وبرامج إعادة

الاستيطان الزراعى ، وإدارة منح الشركات امتيازات استخراج الاخشاب أسهمت
بنصيب كبير فى إزالة الغابات .



شكل (٤٠) إزالة الغابات يهدد مستقبل العالم

* أهمية وجود الغابات

١ - وجود الغابات يعمل على حماية التربة من الأمطار والرياح التى تعمل على جرف التربة ، والجزء الذى يتم جرفه هو أحصص طبقات التربة (الطبقة السطحية) لاحتوائه على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات .

٢ - تعمل الغابات على اتزان دورة الماء فى الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية) والذى تدفع به ثانية إلى الجو عن طريق عملية التتح التى تقوم بها الاشجار أو التبخير من التربة ، وبالتالى تتكون السحب وتنزل مطراً . فالنباتات تمتص الماء العذب وتدفع بأغلبه إلى الهواء فى عملية التتح وكمية الماء التى تصحها النباتات عالية جداً ، فقد قنر العلماء أن شجرة واحدة من أشجار الغابات الإستوائية إذا عاشت مائة عام فإنها تدفع للهواء بكمية من الماء قدرها ٢,٥ مليون جالون خلال عملية التتح التى تقوم بها ، وبذلك تضاف هذه الرطوبة إلى السحب لتسقط مطراً . وإزالة الغابات تضعف إعادة دورة الماء وتودى إلى قلة تكون السحب وبالتالى تقل كمية الأمطار ، فتصاب هذه المناطق بالجفاف ثم التصحر .

٣ - الغطاء النباتى فى الغابات يمتص الطاقة التى تنعكس ثانية إلى الجو لو كانت الأرض جرداء (ظاهرة الألبينو) إذ يؤدى قلة الغطاء النباتى وتعرية التربة إلى زيادة ظاهرة الألبينو* التى تزداد مع زيادة السطوح المعراة وقلة الغطاء

* ظاهرة الألبينو : هى درجة ارتداد الموجات الحرارية الشمسية نحو الفضاء الخارجى .

النباتى ، وتقل على السطوح التى تغطيها النباتات . فوجود النباتات يؤثر على الظروف المناخية .

٤ - تأخذ النباتات غاز ثانى أكسيد الكربون من الجو أثناء نموها وينطلق غاز الأكسجين (أثناء عملية البناء الضوئى) وحيث أن ما يقطع من الأشجار يفوق ما يزرع على النطاق العالمى ، فنسبة ثانى أكسيد الكربون تزيد فى الجو وبالتالي تقل نسبة الأكسجين ويعمل ذلك على زيادة معدل درجات حرارة الجو العالمى (الظاهرة الصوبية) وكما علمنا سابقاً أن انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون السنوية من إزالة الغابات تعادل ٢٠٪ من نسبة ثانى أكسيد الكربون الكلية على مستوى العالم .

٥ - تدمر الأنواع النباتية والحيوانية ، فالخضاره البشرية اعتمدت على التنوع الطبيعى للكائنات الحية ، واستغل الانسان خلال تاريخه الطويل حوالى ٧٠٠٠ نوع من الغذاء ، كما تم التعرف على حوالى ١,٤ مليون نوع وتسميتها ، ولكن هناك الملايين من الأنواع التى لم يتم معرفتها وإزالة الغابات وفقد المواطن الطبيعية للأحياء سيجعل العالم يفقد الكثير من هذه الأنواع قبل معرفتها ويقدر العلماء بأن حوالى ٢٠٪ من الأنواع ستكون قد انقرضت بحلول عام ٢٠٠٠ بسبب إزالة الغابات المدارية . ويقول إدوارد أ. ولسن عالم الأحياء بجامعة هارفارد أن معدل فقد الأنواع نتيجة إزالة الغابات يبلغ حوالى ١٠,٠٠٠ مثل معدل الانقراض الطبيعى الحدوث الذى وجد منذ ظهور الانسان حتى الآن . كما أن الغابات مصدر لكثير من الأنواع التى تستخدم للحصول على الدواء ، وبدائل البترول ، وأصول

النباتات من حضراوات ومحاصيل وفواكه ، فكل أصول ما نعرفه من نباتات نشأت أصلاً فى الغابات .

٦ - تعرية التربة من الأشجار يجعلها تحت التأثير المباشر للأمطار الحمضية التى تعمل على تفكيك محتويات التربة وتحلل عناصرها وفقدانها لقدرتها على الإنتاج .

٧ - فقد المواد العضوية الهائلة الناتجة عن الأشجار (الاوراق والفروع المتساقطة) ، فإزالة الغابات يجعل التربة معرضه لأشعة الشمس وتصبح فقيرة فى السماد العضوى اللازم لنمو النباتات مما ينتج عنه اختفاء الغطاء النباتى .

٨ - موت الأحياء الحيوانية وحلوث تدهور فى الحياة الحيوانية برية النشأة والتى تعتمد فى وجودها على أشجار الغابات كماوى تلجأ إليه كمصدر للغذاء ، ففى دراسة على ١٩ شجرة من أشجار غابات بنما وجد أن ٨٠٪ من الخنافس التى وجدت كانت جديدة على العلم ، يعنى ذلك أن قطع شجرة واحدة لا يؤثر فقط على نوع هذه الأشجار التى تقطع ولكن يؤثر على الكائنات التى تعتمد على هذه الأشجار سواء كانت أنواعاً نباتية أو حيوانية .

* التنوع البيولوجى ... والبيئة *

حذر الرسول صلى الله عليه وسلم من قطع الأشجار أثناء الغزوات ، وقال : من قطع سدره صوبت رأسه إلى النار . كما أحل ديننا الإسلامى الخفيف ذبح بعض الحيوانات ليقتات عليها الإنسان ، ولكنه أمرنا بعدم تجويعها أو تعريضها للتعذيب وإلا اعتبر ذلك إثماً . أى أن الدين الإسلامى أمرنا بالمحافظة على الأنواع .

لعل الدرس الإلهى الأول للبشرية للمحافظة على التنوع البيولوجى هو ما أمر الله به رسوله نوح عليه السلام بأن يأخذ فى سفينته من كل زوجين اثنين ، حتى لا يكون الطوفان سبباً فى انقراض هذه الكائنات ، مع أن الله سبحانه وتعالى قادر على خلق هذه الكائنات من جديد ، ولكنه درس للإنسان للمحافظة على الكائنات ، ولذا يسمى كثيراً من العلماء الحفاظ على التنوع الحيوى.مبدأ نوح .

فالمناظر الإسلامى للتنوع البيولوجى ينطلق من مبدأ استخلاف الله للإنسان فى الأرض التى ليست ملكاً للبشر.معنى الملكية التى تتيح للإنسان أن يخرب ما يشاء ، ولا يمكن أن يحقق الإنسان أهم هدف لوجوده بعد عبادة الله إلا بالحفاظ على التنوع الحيوى . فاعمار الأرض لا يتأتى إلا باستغلال مواردها الاستغلال الذى يحافظ على كيان البيئة ويجعل ما يريده من تنمية للموارد تنمية مستدامة . لذا فإن أية أفعال تعمل على نقص الأنواع والتباين البيولوجى تعنى

* اعتمادنا فى إعداد هذا الموضوع على محاضرات وكتابات الدكتور كمال الدين حسن البتانونى رئيس قسم النبات بكلية العلوم بجامعة القاهرة عن التنوع البيولوجى .

إفساد الأرض ، وتقليل كفاءة ما أودعه الله فيها من مخلوقات وإنقاص لفرص الحياة الطبيعية فى الأرض .

وقد تعرف الإنسان عبر عصور وجوده على الأرض على كثير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية ، ولكن العلماء لا يعرفون حتى الآن عدد الأنواع من الكائنات الحية التى تعيش على هذا الكوكب ، فالمشكلة الكبرى التى تواجه الإنسان أن الكثير من هذه الأنواع تنقرض قبل أن يتعرف عليها . فالتنوع هو العلامة المميزة للحياة على هذه الأرض ، وهو السر فى استمرارية الحياة كما أراد الله لها أن تكون ، فلكل نوع دوره الذى يساعد على إحداث التوازن المطلوب بين هذه الكائنات وبين البيئة من جهة ، وبينها وبين بعضها من جهة أخرى . فالعدد الكبير من الأنواع يشير إلى التغير والاختلاف والتباين فى جميع الكائنات الحية التى تعيش فى المحيط الحيوى .

ما هو التنوع البيولوجى ؟

يستطيع الإنسان أن يميز بين كثير من الأنواع النباتية والحيوانية ، ولكن لا يمكن لكل إنسان أن يفرق بين الأنواع الدقيقة ، فالتنوع فى النسلات (الجينات) وهى التى تحمل الصفات الوراثية فى نواة الخلية (ينتج عنه اختلاف السلالات فى النوع الواحد كما نشاهد مثلاً فى الأرز ، وكلنا فى الكويت نعتمد عليه فى الغذاء فهذا نوع حبه طويلة ، وتلك مستديره ، وثالثه تتميز بزائحه عطرية ، ورابعة تحتاج إلى كمية أكبر من الماء عند نضجها .. الخ . فذلك نوع من التباين البيولوجى على

مستوى الناسلات فى النوع الواحد فالكائن الحى يتكون من ملايين الخلايا التى تضم ملايين الناسلات التى يؤثر كل منها فى صفة تنوارثها الأجيال المتعاقبة من طول أو وزن أو معدل نمو أو مقاومه لمرض ... الخ .

وتوجد فى المحيط الحيوى ييحات عديدة متنوعة ، وكل بيئة أو نظام ييى يتميز عن الآخر بظروف مختلفة ، وكل تغير أو تعديل فى هذه الظروف يتبعه تغير فى أنواع الكائنات التى تعيش فيه ، فالتنوع البيولوجى لذلك ليس مقصورا على تعدد الأنواع فقط ولكنه يشمل التنوع بين أفراد النوع الواحد أو السلالة الواحدة كما ذكرنا فى حالة الأرز . فلكل نوع صفات وراثية خاصة به ، والتهجين بين هذه السلالات يعطى سلالات جديدة . وهذا أيضا واضح فى سلالات الدجاج ، فهناك بعض الأنواع تتميز بكثرة البيض ، وأنواع أخرى تتميز بكثرة اللحم ، ويمكن التهجين بين النوعين للحصول على نوع يتميز بكثرة البيض واللحم معاً ... وهكذا .

وتعتبر الغابات الاستوائية أغنى مناطق العالم بالتنوع البيولوجى رغم أنها لا تمثل سوى ٧٪ فقط من مساحة اليابسة ولكنها تحوى على أكثر من نصف الأنواع التى توجد فى العالم .

ولكن ماذا عرف الإنسان عن الكائنات الحية حتى الآن ؟

لا يعرف الانسان أكثر من ١,٤ مليون نوعاً من أنواع الكائنات الحية حتى الآن ، منها حوالى ٨٧٥ ألف نوع من الحشرات ، أما بقية الأنواع فهى تضم

الفقاريات واللافقاريات والنباتات والكائنات الدقيقة الأخرى وجدول رقم (١٠) يوضح عدد الانواع المعروفة من المجموعات البيولوجية المختلفة ، تمثل منها الحشرات النسبة الغالبة . ويرى العلماء أنه قبل وجود الإنسان على الأرض كان اختفاء نوع واحد من أنواع الكائنات الحية أمر يحدث كل ألف عام ، ولذلك كان ظهور أنواع جديدة يحدث بمعدل أسرع من اختفائها ، ولكن بعد وجود الإنسان بدأت النشاطات البشرية تزيد ، وظهرت الزراعة وأزيلت مناطق كثيرة من الغابات وتناقص عدد الأنواع النباتية ، وبالتالي الحيوانية التي تعتمد عليها ، وتسارع معدل اختفاء وانقراض عدد الأنواع ، وأصبح معدل ظهور الأنواع الجديدة أقل بكثير من معدلات انقراض الأنواع واختفائها عكس ما كان عليه قبل ظهور الإنسان الذى استطاع بأنشطته المدمرة للبيئة من صيد وقنص وقطع وتحوير للنباتات ... كل ذلك تسبب فى اختفاء وانقراض أكثر من الأنواع الحية . وحتى الآن لا يوجد تقدير دقيق لعدد الأنواع التى انقرضت .

ونشر فى تقرير صدر عام ١٩٨٤ ، أنه منذ بداية القرن العشرين نفقد كل يوم نوعاً من الأنواع الحية ، وسيرواح عدد الأنواع المفقودة فى عام ٢٠٠٠م إلى ما بين ١٥ - ٥٠ ألف نوعاً أى حوالى ٤٠ - ١٤٠ نوعاً كل يوم ، وبذلك سيفقد العالم خلال الثلاثين سنة القادمة ما يوازى ربع الأنواع الموجودة فيه . ومن المعروف أن النوع الذى يفقد لا يعود إلى الحياة أبداً وعلاوه على ذلك فإن هناك كثير من الأنواع مهددة بالانقراض ، كما أن الأنواع النادرة أكثر تعرضاً للفقْد والضِياع ، واختفاء نبات واحد يتبعه انقراض أنواع نباتية وحيوانية تعتمد عليه وقد

قدرت الدراسات العلمية أن انقراض نوع نباتي واحد يتبعه انقراض حوالي ٣٠ نوعاً من الحيوانات .

* التنوع البيولوجي ... والطب

لا يستطيع إنسان إنكار فضل النباتات والأعشاب في علاج الأمراض . فقد قدر أن أكثر من ٤٠٪ من الأدوية التي تباع في الدول المتقدمة مستخلصة من أنواع نباتية برية . كما يقدر بأن أكثر من ٨٠٪ من سكان البلاد الفقيرة يعتمدون على الأعشاب والنباتات الطبية وكذلك على متوجات حيوانية في العلاج . ويذكر العلماء أن هناك حوالي ٢٠٠,٠٠٠ نوعاً نباتياً تستخدم في العلاج على مستوى العالم ، كما أن الوطن العربي يستخدم وبشكل واسع الكثير من العقاقير الطبية ذات الأصل النباتي أو الحيواني ، حتى العالم الغربي بدأ الآن في العودة إلى الأدوية ذاتها نظراً لما وجدته من آثار سلبية نتيجة استخدامه الأدوية المصنعة كيميائياً وما تسببه من أمراض لاعلاج لها .

والإنسان منذ القدم كان يتبع نفس الطريقة ، فقد عرف طريق التداوى بالأعشاب والنباتات المختلفة عندما لاحظ سلوك ما حوله من طيور وحيوانات تجاه بعض النباتات . ويذكر التاريخ القديم المحاولات الجادة لتجميع هذه المعلومات التي تراكمت عن الأعشاب والنباتات الطبية وطرق التداوى بها ، وذلك في الحضارات المصرية والآشورية والصينية القديمة .

وقد كان للعلماء المسلمين فضل كبير فى زيادة المعرفة بالنباتات الطبية وطرق التداوى بالأعشاب من أمثال جابر بن حيان والبرازى وابن سينا وداود الإنطاكى . كذلك استعملت بعض الحيوانات فى الطب مثل حيران السقنقور وبعض السلاحف والقواقع وسمك القرش وغيرها . ولكن استخدام مثل هذه الكائنات (نباتية وحيوانية) مصدراً للدواء يودى إلى تهديدها بالانقراض للدرجة أن أصبح بعضها نادراً ، ولذلك يعد الحفاظ على هذه الأنواع سواء منها النباتى أم الحيوانى أمراً فى غاية الأهمية .

الجموعة البيولوجية	عدد الأنواع المعروفة	التقدير لعدد الأنواع المتوقع
الحشرات والمفصليات الأخرى	٨٧٤١٦١	٣٠ مليون نوع من الحشرات وتقدر هذا الرقم من دراسة في القباب الاستوائية في بنما .
النباتات الرقيقة	٢٤٨٤٠٠	تس لوح التقديرات بين ٧٧٥٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠٠ ، ويعتقد أنه ١٠ - ١٥٪ على الأقل من الأنواع النباتية لم يكتشف حتى الآن
اللافقاريات " عدا المفصليات "	١١٦٨٧٣	اللافقاريات الحقيقية قد تعدد بالملايين والحيوانات والديدان الثعبانية والمستنيرة قد يصل كل منها إلى مليون نوع .
النباتات غير الرقيقة	٧٣٩٠٠	التقديرات غير متاحة .
الكائنات الدقيقة	٣٦٠٠٠	التقديرات غير متاحة .
الأسماك	١٩٠٠٦	٢١٠٠٠ بالفرض أن ١٠٪ من الأسماك غير معروف وقد يضيف نهر الأمازون والأندلس حوالي ٢٠٠٠ نوعاً إضافية .
الطيور	٩٠٤٠	تمثل الأنواع المعروفة حوالي ٩٨٪ من كل الطيور .
الزواحف والبرمائيات	٨٩٦٢	الأنواع المعروفة من الزواحف والبرمائيات والتدييات قد يصل إلى ٩٥٪ من كل الأنواع كل الأنواع معروفة .
التدييات	٤٠٠٠	يعد رقم ١٠ مليون رقماً متحفظاً ، أما إذا اعتبر الرقم بالنسبة للحشرات صحيحاً فقد تصل الأرقام إلى ٣٠ مليون أو أكثر .
المجموع	١٣١٠٩٩٢	

جدول (١٠) عدد الأنواع المعروفة والمتوقع وجودها في المجموعات البيولوجية *

* الجدل من : ١٩٩٥ ، Global Ecology Hand Book , Beacon Press , Boston .

وهناك العديد من العقاقير المستخلصة والتي أمكن الحصول عليها من نباتات برية مثل **الدجيبر كسيد** و**الدجيبر كسيد** اللذان يستخلصان من نبات **الديجيتالس** ويستعملان فى علاج بعض أمراض القلب . وهناك مادتان هما **الفنكريستين** و**القنبلاستيد** يستخرجان من نبات **الونكا** ويستعملان فى علاج مرض **اللوكميا** وبعض الأمراض السرطانية الأخرى كذلك حبوب منع الحمل التى تستخرج من مادة **الدبوسجيتين** من أحد نباتات المكسيك . وكلنا نعرف **البنسلين** وغيره من المضادات الحيوية وهى نتاج لأنواع من الكائنات الدقيقة ، و**السيكلوسبورين** و**الجلوبيوتوكسين** وهى من الأدوية التى تستخدم فى جراحات زراعة الأعضاء لمنع طرد الأعضاء الجديدة فى الجسم . كذلك **الأفيون** ومشتقاته و**الكينين** و**الزيوت العطرية** ، كل هذه تستخرج من النباتات الطبية .

ولا شك أن المحيط الحيوى تعيش فيه آلاف الأنواع من النباتات والحيوانات التى لم تعرف فوائدها حتى الآن وانقراضها يعتبر ضياع لغرض عديدة فى علاج أمراض كثيرة لم يكتشف لها دواء فعال حتى الآن . والتنوع البيولوجى يمثل المخزن لهذه الأنواع .

* التنوع البيولوجى ... والغذاء

إن المحافظة على الأنواع تمكن النظم البيئية من الاستمرار فى العطاء لحفظ التوازن من جهة ولسد احتياجات الإنسان من جهة أخرى . إذا فالتنوع البيولوجى له قيمة اقتصادية للإنسان ويتضح ذلك فى مجالات عديدة أهمها الزراعة والصناعة ،

فكثيرا من الأنواع الحية تفى بمتطلبات الإنسان من غذاء وكساء ووقود ودواء .. الخ . كذلك تساعد على صون الثروة وتحسين خصائصها ، وتثبيت المناخ وحماية مناطق توزيع المياه . فالكائنات الحية من نباتات وحيوانات هى مصدر الغذاء للإنسان ، وقد أمدتنا الطبيعة بمصادر وراثية غير محدودة من بلايين التباينات الوراثية ، فلو نظرنا إلى الغذاء الكربوهيدراتى الذى نتناوله مثل القمح والذرة ، نراها كانت من نباتات برية ، ولكن الإنسان استعملها فى غذائه ، وهناك الكثير من الأنواع البرية القريبة منها ستظل مخزناً عظيماً للصفات الوراثية لتحسين هذه المحاصيل واستنباط سلالات جديدة مقاومة للآفات أو المتغيرات البيئية . فمثلا أدت التحسينات التى أدخلت على الأرز كما أوردنا سابقا إلى الحصول على أنواع عديدة منه ، كما أنه قد اكتشف نوع من القمح فى تركيا لم يكن يستخدم قبل ذلك ، ولكنه استخدم فى إنتاج أصناف جديدة من القمح بالتهجين مع الأصناف المعروفة لإنتاج أصناف جديدة مقاومة للأمراض . وأمكن تهجين الطماطم مع سلالة برية منها فى بيرو بأمريكا الجنوبية ، والحصول على نوع جديد من الطماطم المقاومة لفطرة الفهوزاريم ، وقد أثر ذلك بالطبع فى زيادة محصول الطماطم فى العالم زيادة ملحوظة ، كما أمكن استخدام أنواع برية أخرى من الحصول على طماطم ذات محتوى أكثر من السكر لرفع قيمتها الغذائية . والأمثلة على ذلك كثيرة ، فعلماء النبات يحسنون المحاصيل والخضراوات والفاكهة وراثيا ليجعلوها أكثر مقاومة للآفات عن طريق المادة الوراثية الموجودة فى النباتات البرية القريبة . وقد وجد العلماء أنه رغم استخدام التقنيات الحديثة فى التحسين فإن الجينات

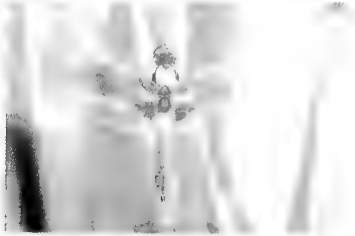
اللازمة لتحسين السلالات لابد أن تؤخذ من نباتات وسلالات برية مختلفة ، أى من الكائنات الحية ، وليس بصنع طفرات عن طريق المواد المشعة كما كان يحدث أحيانا . كذلك فى تربية الحيوانات ، فإن المحافظة على تنوع الأنواع البرية يفيد كثيرا فى المستقبل كمصدر للغذاء خاصة أن بعض الحيوانات الموجودة فى إفريقيا مثلا مقاومة للأمراض أكثر من الماشية المعروفة لدينا كالجواموس والأغنام والطيور وتحتاج إلى كمية أقل من الماء وبالتهجين بينها وبين الأنواع المعروفة لدينا يمكن الحصول على سلالات تحمل الصفات المطلوبة .

* التنوع البيولوجى ... والاقتصاد

كثيرا من المنتجات التى يستعملها الإنسان فى حياته اليومية جاءت من نباتات وحيوانات برية فالأخشاب من أشجار الغابات ، وهى تعتبر الأساس فى صناعة الورق والفحم النباتى الذى يستخدم كمصدر للطاقة . والمطاط الطبيعى يستخرج من النباتات وهو ذو خواص أكثر جودة من المطاط الصناعى ، والألياف النباتية والصوف الحيوانى كلها تستخدم فى صنع الملابس ، وصناعة العاج والجلد والفراء ... كل ذلك يوضح دور الأنواع البرية فى إمداد الصناعة بموارد عديدة لا قبل للطبيعة بالوفاء بها فى ظل الاستنزاف الشديد لهذه الموارد .

ولعل أحد أهم فوائد التنوع البيولوجى هو وجود الكائنات الحية الدقيقة التى تلعب دوراً مهماً فى خصوبة التربة الزراعية وتحويل النيتروجين والفوسفور والكبريت إلى صور قابلة للامتصاص بواسطة النباتات الراقية . ولو لم توجد

الكائنات الدقيقة التي أعطاهها الله قدرة كبيرة على إنتاج الخمائر (الأنزيمات)
لبيقت الأجزاء الميتة كما هي دون تحلل ، ولنضبت الموارد اللازمة لتغذية النبات
وبالتالى تغذية الحيوانات والإنسان ولتوقفت مسيرة الحياة . كذلك فالتنوع
البيولوجى تمثل فى هذه الكائنات التي تعمل على إتمام عمليات الدورات للمواد فى
المحيط الحيوى . كما تقوم الحشرات أيضا بعملية التلقيح الذى بدونه لا نحصل على
البذور أو الثمار ، ويؤدى ذلك إلى نقص وتدهور فى الإنتاج الزراعى . كما تقوم
كثيرا من الحيوانات البرية بدور فعال فى انتقال البذور .



شكل (٤١) الحشرات وأهميتها فى إنتاج الثمار والبذور

وكان التدهور فى الأنوع أكثر فى العقود الأخيرة من هذا القرن مما يدل على سوء إدارة الإنسان للموارد الطبيعية .

ولكن ما هى أسباب تدهور التنوع البيولوجى على مستوى العالم ؟

هناك العديد من أسباب هذا التدهور أهمها ما يلى :

- ١ - تصرفات الإنسان غير الرشيدة التى تمثل فى القضاء على أنواع كثيرة نباتية وحيوانية دون التفكير فى المستقبل .
- ٢ - يعمل الإنسان خلال نميته للموارد البيئية على القضاء على أنواع كثيرة من الكائنات الحية .
- ٣ - احلال الأراضي الزراعية محل الغابات ، والذى تسبب عنه فقد التنوع البيولوجى بين الأنواع وتعرض الكثير منها للانقراض .
- ٤ - نتيجة للنشاط البشرى فى الصحراء ، فإن التربة تنحرف وتتغير البيئة مما يودى لفقد عدد من الأنواع النباتية . وقد يظن البعض أن الصحراء فقيرة فى التنوع البيولوجى ، وهذا اعتقاد خاطئ ، فالبيئة الصحراوية بها أنواع نباتية وحيوانية لا تعيش إلا فى هذه البيئة ، وهى قليلة إذا قيست ببيئة الغابات مثلا ، وهذا يعنى أن نقص وانقراض نوع واحد من كائنات الصحراء يكون أثره واضحا أكثر من انقراض نوع واحد فى الغابات الاستوائية .

٥ - إقامة المنشآت على الشواطئ وردم أجزاء من البحار ، ورمى المخلفات الصناعية والمنزلية على السواحل والتلوث بالنفط ، كل هذه عمليات تؤثر على الأنواع النباتية والحيوانية خاصة الكائنات الدقيقة .

٦ - امتداد المدن يؤدي إلى تدهور التنوع البيولوجي .

٧ - الصيد الجائر ، فقد أفرط الإنسان في صيد العديد من الحيوانات من أجل لحومها أو فرائها أو غطائها أو قرونها ، كذلك صيد الحيوانات البحرية كالحوت . مثل هذا العمل أدى إلى انقراض العديد من الأنواع الحيوانية .

٨ - كان الاستعمار سبباً في التدهور البيولوجي خاصة في دول العالم النامي حيث استنزف المستعمر الموارد الطبيعية بدرجة أدت إلى ندرة بعض الأنواع وانقراض البعض الآخر خاصة الأخشاب والتوابل ونباتات العطور ، وليس بعيد عن الأذهان رحلات الصيد للحصول على العاج وتجارة جلود الحيوانات وفراؤها

وينبغي علينا جميعاً سواء في البيئة المحلية أو على نطاق الدولة ، وعلى المستوى الخليجي والعربي والدولي أن نتكاتف في سبيل صون وحماية التنوع البيولوجي ، مع أخذ برامج التنمية في الاعتبار حتى لا يكون هناك تضارباً بينهما .

وقد ناقش مؤتمر قمة الأرض في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢ قضية الحفاظ على التنوع البيولوجي ، ولقى هذا الموضوع اهتماماً بالغا فيما تبعه من ندوات ومؤتمرات . وقام مركز الموارد العالمية والاتحاد الدولي للمحافطة على الطبيعة

والموارد الطبيعية وكذلك برنامج الأمم المتحدة للبيئة بنشر استراتيجية المحافظة على التنوع البيولوجي العالمي فى عام ١٩٩٢ .



شكل (٤٢) الفيل ووحيد القرن من الحيوانات المهددة بالانقراض

وتتضمن هذه الاستراتيجية ما يلى :

- ١ - انشاء هيكل لسياسة وطنيه للحفاظ على التنوع البيولوجى والعمل على تخفيض الطلب على الموارد البيولوجية .

٢ - إقامة سياسات بيئية عالمية تساعد الاتجاهات الوطنية لصون وحماية التنوع البيولوجى وزيادة الموارد المالية اللازمة للمحافظة عليه .

٣ - تهيئة الظروف وتقديم الحوافز التى تساعد على حماية التنوع البيولوجى .

٤ - تشجيع المناطق المحمية ودعم دورها فى صون التنوع البيولوجى وتطوير إدارة المحميات الطبيعية .

٥ - صون الأنواع والتباين الوراثى فى بيئاتها الطبيعية وتعليم الجماهير سبل ذلك

٦ - زيادة القدرات البشرية لحماية التنوع البيولوجى وزيادة الوعى بقيم ذلك لدى المواطنين ، ومساعدة المؤسسات على نشر المعرفة والمعلومات عن ذلك .

٧ - التكامل بين البيعة والتنمية وذلك بأخذ المسائل البيئية فى الاعتبار عند تنفيذ برامج التنمية .

وتعتبر المحميات البيئية من أهم وسائل الحفاظ على التنوع البيولوجى ، فرغم الازدياد فى عدد ومساحة المناطق المحمية التى وصل عددها إلى حوالى ٣٥٠٠ منطقة محمية تشغل مساحة قدرها حوالى ٤٢٥ مليون هكتاراً ، إلا أن ذلك لا يشغل أكثر من ٣٪ من مساحة اليابسة . وهناك نقصاً فى للمناطق المحمية فى الغابات الاستوائية ، كما أن هناك أيضاً حاجة ملحة لزيادة عددها ومساحتها ولعل ما نشاهده من المناطق المحمية فى المملكة العربية السعودية ومصر والكويت وعمان وسوريا لتعتبر نموذجاً رائعا يجب أن يعمم ، والأهم من ذلك أنه لا يجب النظر إليها على أنها

مناطق للمتعة أو الترويح لمحبي الطبيعة ، ولكن ينبغي أن ينظر إليها على انها
تؤدي دوراً ومصدراً لمتطلبات البشر فى هذه المناطق ، حيث الضغط على
الموارد أصبح أمراً خطيراً . وينبغي أن يلازم إنشاء أى محمية إصدار
تشريعات وقوانين رادعه ، والعمل على توعية المواطنين بكيفية المحافظة
على مثل هذه المحميات الطبيعية .



شكل (٤٣) إحدى المحميات الطبيعية بالملكة العربية السعودية

فتنمية الأرض وإعمارها لا يتحقق إلا بالحفاظ على استمرارية عطاء الموارد واستمرار بقاء الأنواع حتى تسير الحياة عبر الأجيال المتعاقبة . ولكن للأسف نجد إن التنوع البيولوجي قد أصبح مهدداً بالتدهور والانقراض . وذلك بسبب سوء إدارة الانسان للموارد والكائنات المسخرة له .

الفصل الثالث عشر

الغذاء والسكان والبيئة

﴿ ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها ﴾

﴿ سورة الأعراف آية ٨٥ ﴾

مشكلة الغذاء تهدد العالم بأسره ، شرقه وغربه ، ولكن هل هناك مجرد بارقة أمل في توفير الغذاء للملايين الجائعه، مع الانفجار السكاني الذي يهدد الحياة الكريمة على سطح الأرض .

اننا نشاهد على صفحات الجرائد وفي التلفاز صور الواقع المؤلم في الصومال وفي مناطق كثيرة من العالم ، حيث تكون مأساة الموت جوعاً أشد ما تكون وضوحاً خصوصاً في تلك البلاد . ومع ذلك فإن ما نراه ليس إلا صورة مصغرة لما يعانيه ملايين البشر في العالم . وتوجد علاقة وثيقة بين مشكلة زيادة عدد السكان ومشكلة توفير الغذاء، فهما مشكلتان متلازمتان . وينظره سريعة على تعداد سكان العالم خلال عدة قرون ماضيه نرى الفرق الهائل في أعداد البشر . فقد كان عدد سكان العالم عام ١٦٥٠ م حوالى ٥٠٠ مليون تضاعف إلى بليون عام ١٨٥٠ م . ثم تضاعف مره أخرى إلى بليونين في منتصف القرن

العشرين . ثم زاد خلال عشرين عاماً فقط ليصل إلى ثلاثه بلايين عام ١٩٧٠ ،
والآن يصل إلى حوالي ستة بلايين أى تضاعف خلال سنوات قليلة . فالبشر على
سطح الكرة الأرضيه يزدادون ٩٣ مليون نسمة كل عام أى بمعدل ثلاثة مواليد
كل ثانيه واحده ، معنى ذلك أن حوالي ربع مليون نسمة تطأ أقدامهم الأرض كل
يوم . ويلاحظ أن سكان الدول النامية (الفقيره) يتضاعفون كل ٢٥ سنه تقريباً
بعكس معدل النمو السكانى فى الدول المتقدمة فانه بطئ جداً (٥٠ ٪) مما يترتب
عليه مضاعفة عدد السكان كل ١٥ سنه تقريباً .

ولكن متى نشأ علم السكان ؟

يعتبر "عبد الرحمن بن خلدون" من أوائل الذين تحدثوا عن مشكلة
السكان ، وال عمران البشرى فى مفهومه أشبه ما يكون بعلم السكان اليوم ، وهو
أول من ربط بين هذا العلم وبين علوم التاريخ والجغرافيا والمناخ والاقتصاد، وقد
ذكر أن النمو البشرى من أقوى العوامل المؤثرة على التاريخ ، وكان ذلك بداية
لعلماء أوروبا فى الاهتمام بالسكان . وفى القرن التاسع عشر شهد العالم نشأه
علم الديموغرافى الحديث (علم السكان) على يد العالم الإنجليزى مالفوس
Mathus الذى نشر عام ١٧٩٨ م كتابه الشهير عن المشكله السكانيه والفرنسى "
Guilford الذى عرف كلمه ديموغرافيا لأول مره عام ١٨٥٥ م .

ويرتبط توزيع السكان على الكرة الأرضية بعدة عوامل، منها عوامل طبيعية، ومنها عوامل تاريخية. فالمناطق القطبية أو الصحراوية ومنطقة خط الإستواء تكون قليلة السكان، أما المناطق المعتدلة فهي أكثر سكانا . والنساء ينحبن في المعدل خلال فترة حياتهن حوالى سبعة أطفال فى البلاد النامية، بينما فى البلاد المتقدمة يكون المعدل طفلين فقط .

وقد انتشر اصطلاح " الانفجار السكانى " ليعبر عن زيادة أعداد البشر بمعدلات كبيرة نتيجة ارتفاع نسب النمو الطبيعى مع مرور الزمن . ومن أسبابه أيضا انخفاض نسبة الوفيات نتيجة تطور أساليب الوقاية من الأمراض والحفاظة على الصحة العامة ، بينما بقيت نسبة المواليد ثابتة مما تسبب فى ارتفاع نسب النمو الطبيعى التى هى الفارق بين نسب الولادات ونسب الوفيات .

الزيادة فى عدد السكان = عدد المواليد - عدد الوفيات

وقبل الثورة العلمية والصناعية ، كانت هناك عوامل كثيرة تحد من الزيادة السكانية ، منها الموارد الاقتصادية المحدودة وقلة معرفة الإنسان بطرق مقاومة الأمراض أو الوقاية منها ، مما جعل الأوبئة والجماعات والحروب تهلك الكثير من البشر .

أما بعد الثورة الصناعية والعلمية فقد تبدل الحال ، وانقلبت الأوضاع البشرية والاجتماعية ، واكتشفت الأدوية التى حارب بها الإنسان الأوبئة

فقتضى عليها ، وازداد الوعي الصحى مما قلل نسبة الوفيات ، وانتشرت الميكنة الزراعيه والصناعيه فزاد الإنتاج فى المجالين الزراعى والصناعى . كل ذلك أدى إلى ارتفاع معدل النمو السكانى على مستوى العالم . ولكن لوحظ انخفاض معدل الزيادة السكانيه فى بعض الدول الغربيه فى العقود الأخيرة من القرن العشرين ليقبل معدل النمو السكانى مرة أخرى ، بل إن بعض الدول كالسويد ولكسمبرج وألمانيا شهدت نمواً سلبياً تراجعياً فاقت فيه معدلات الوفيات معدلات المواليد مما أدى إلى وجود صفر النمو* السكانى فى بعض البلاد ، واردة** أو تراجع سكانى فى بعضها الآخر . ولكن هذا الأمر يختلف كثيراً فى الدول الناميه التى شهدت زيادة سكانية هائلة وزيادة السكان تؤدى إلى اتساع فجوة نقص الغذاءفى العالم ، مما أصبح يهدد أكثر من بليون ونصف من سكان العالم بأمراض سوء التغذية (أمراض سوء التغذية ناتجة عن نقص العناصر الغذائية فى الغذاء الذى يتناولونه حيث لا تتوافر كميات كافيه من عناصر الغذاء الرئيسيه مثل البروتين والفيتامينات والاملاح المعدنية) وذلك كله يؤدى إلى الإصابه بكثير من الأمراض الناتجة عن نقص المناعه والإعاقه فى النمو والتخلف العقلى .. الخ . ويتظيره سريعه على ما صرفته دول العالم على التسليح ، نجد أنه فى عام ١٩٨٨ بلغ تريليون دولار أمريكى ، بمعدل ٢٠٠ دولار لكل فرد على سطح الأرض ، بينما فشلت هذه الدول فى تدبير ٥ دولارات لكل طفل لمواجهة نفقات القضاء على الأمراض التى تصيب الإنسان والتى تؤدى إلى موت حوالى ١٤ مليون نسمة سنوياً (تقديرات عام ١٩٨٩) .

* صفر النمو السكانى هو تساوى معدلات المواليد مع معدلات الوفيات مما يؤدى إلى ثبات عدد السكان .

** الزدة السكانية أن يزيد معدل الوفيات عن معدل المواليد مما يؤدى إلى تناقص فى عدد السكان .

ولعل سكان قارتى آسيا وإفريقيا هم أكثر سكان مناطق العالم معاناه لقلّة الغذاء ، فإذا ما أضفنا سكان معظم مناطق أمريكا الجنوبيه ، يصبح أكثر من ٦٠ ٪ من مجموع سكان العالم يعانون من سوء التغذية ، وهى نفس المناطق التى يزيد فيها معدل النمو السكاني بأكثر من ضعف الزيادة السكانية فى الدول المتقدمة . وسوف تستمر الفجوة فى الاتساع بين أولئك الذين يملكون الغذاء وبين المحرومين منه ، ولذا وجب حدوث تغييرات واسعة والبحث عن أفكار ثوريه لزيادة الانتاج الزراعى حتى تستطيع الدول النامية مسايرة الزيادة السكانية المضطردة . ويبين جدول (١١) عدد الفقراء ونسبتهم فى الدول النامية .

المناطق	عدد الفقراء (بالمليون)			نسبتهم لمجموع السكان		
	١٩٨٥	١٩٩٠	٢٠٠٠	١٩٨٥	١٩٩٠	٢٠٠٠
جنوب الصحراء الافريقية	١٨٤	٢١٦	٣٠٤	٤٧,٦	٤٧,٨	٤٩,٧
الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٦٠	٧٣	٨٩	٣٠,٦	٣٣,١	٣٥,٦
شرق آسيا	١٨٢	١٦٩	٧٣	١٣,٢	١١,٣	٤,٧
جنوب آسيا	٥٣٧	٥٦٢	٥١١	٥١,٨	٤٩	٣٦,٩
أوروبا الشرقية	٥	٥	٤	٧,١	٧,١	٥,٨
أمريكا الجنوبية	٨٧	١٠٨	١٢٦	٢٢,٤	٢٥,٥	٢٤,٩
جميع الدول النامية	١٠٥١	١١٣٣	١١٠٧	٣٠,٥	٢٩,٧	٢٤,١

جدول (١١) عدد الفقراء ونسبتهم فى الدول النامية (١٩٨٥ - ٢٠٠٠ م)

* الجدول عن تقرير البنك الدولى عام ١٩٩٢ .

** المقصود بالفقراء هنا هو دخل الفرد السنوى الذى يقل عن ٣٧٠ دولاراً أمريكياً .

وقد قدر البنك الدولي ومنظمة الأغذية والزراعة FAO فى عام ١٩٨٩ ، أن عدد الذين يعيشون فى فقر مدقع يتراوح عددهم بين ١,٢ بليون فرد (ازداد هذا العدد الآن عن ذلك كثيراً) فى حين أن الدخل قد تضاعف فى الدول الغنية ثلاثة أضعاف خلال الأربعين عاماً الماضية ، فبينما يزداد الأغنياء ثراء يزداد الفقراء فقراً ، إذ يعيش حوالى ٥٪ من سكان العالم فى ثراء فاحش بينما يعيش حوالى ٦٠٪ من سكان العالم فى درجة من درجات الفقر . ففى مصر مثلاً ، يستحوذ الأغنياء على عشرة أضعاف ما يناله الفقراء ، ويزداد هذا المعدل فى كل من المكسيك والبرازيل .

ونجد أنه مع زيادة عدد السكان تتدنّى الأجور ، كما يتساحر الفقراء مع بعضهم على فرص العمل النادرة وتقل موارد الاستثمار ، ويرتفع عدد الأفراد الذين يتحتم على العامل إعالتهم ، مما يرهق موارد البيئة ويحد من إنتاجها ، فالفقر يودى إلى تدهور البيئة ، عندما تستنزف الشعوب الفقيرة مواردنا الطبيعية مضيعة بمستقبل الأجيال القادمة فى سبيل الحاضر . إذن فالتدهور البيئى يعمل على استمرار الفقر ، لأن النظم البيئية المتدهورة تنتج عاصيل قليلة لعدد هائل من السكان ، ولذلك فالعلاقة أزلية بين عدد السكان وكمية الغذاء .

ويقول بعض علماء البيئة : عندما يبدأ التدهور فإن النمو السكانى السريع والتدهور البيئى يتخذى كل منهما الآخر ، الأمر الذى يودى إلى احتمال تصدع اجتماعى ، والذى يتضح من ظهور مشكلات عديدة فى البيئة ناتجة عن نقص

ملموس فى تفهم العلاقة بين النمو السكانى والصراع الاجتماعى. فالسكان الذين يزدون بسرعة رهيبه فى الدول النامية يتنافسون على قاعدة مصادر ثابتة أو آخذة فى النقصان ومتعرضة للتدهور .

ونجد أنه فى الدول النامية يتزايد عدد السكان بمعدلات فاقت كل تصور ، وأخذت مدن هذه الدول فى التضخم بشكل عشوائى نتيجة للهجرة من الريف إلى المدن . ومن المعروف أن أغلب هؤلاء يعجز عن الحصول على متطلباته الأساسية ، فيزداد الفقر وتتفاقم أزمات الإسكان ويشتد نقص المواد الغذائية ، ويغيب الصرف الصحى ، وتنتشر أمراض سوء التغذية، وعشوائية الخدمات ، وذلك كله يودى إلى تدهور البيئة الطبيعية والبشرية وتدنى نوعية الحياة، وتزداد بالتالى مشاكل التلوث وما ينتج عنها من أمراض بدنية ونفسية واجتماعية تودى بالتالى إلى إنقاص معدلات التنمية . ولعلنا نسمع كثيرا عن مجاعات فى بلاد كان من المفترض أن تكون سلة الغذاء للعالم ، فما هو السبب يا ترى ؟

كما أن الأمراض تكاد تكون ملازمة لسكان الدول الفقيرة ، فالمالاريا تنتشر فى دول إفريقية كثيرة لتقضى على أعداد كبيرة من الناس ، وتنتشر الكوليرا فى الهند مسببة موت الكثير من الفقراء ، ومن المعروف أن مضاعفات المرض تكون أكبر وأخطر عند الجماع .

شهد القرن العشرين زيادة هائلة فى عدد السكان بصورة لم تحدث طوال تاريخ البشرية ، فالأرقام التى تحدث عن زيادة السكان مرعبة إلى حد كبير . وقد

قدر هالتوس رائد الفكر السكانى : بأن قدرة الإنسان على التكاثر أعظم بكثير من قدرة الأرض على إنتاج محاصيل الغذاء ، وسيجئ اليوم الذى تصل فيه الزيادة السكانية حداً لا تستطيع الأرض بعده إطعام الإنسان ، ولذا فإن أهم المشاكل التى تصاحب الزيادة السكانية هى نقص الغذاء فى العالم ، فطابور الجوع يزداد عاماً بعد عام .



شكل (٤٤) المشويات فى مدن الدول النامية

وتطالعنا الإحصائيات العالمية بأرقام مخيفة عن حقيقة وضع السكان والغذاء في العالم ، فيوجد حوالى مليار ونصف مليار نسمة يعيشون تحت وطأة سوء التغذية الناتج عن نقص العناصر الغذائية لعدم توافر الغذاء ، وأن حوالى ١٢ مليار نسمة من السكان بالدول النامية يعانون من عدم إمكانية الحصول على مياه نظيفة وصالحة للشرب ، وأن ١,٨ مليار نسمة لا يملكون المرافق الصحية الضرورية . وقد ساهم تدهور البيئه وتفاقم النمو السكاني فى استخدام المياه الملوثة بنفايات المعادن والكيماويات والمبيدات الحشرية ، مما أدى إلى تدنى كمية ونوعية الماء الصالح للشرب . وقد أعلنت السيدة " جويس جوستاف " رئيسة مركز جلوبل للسياسات المائية فى إحدى الندوات الدولية بالقاهرة مؤخراً : أن حوالى ٤٠ ٪ من سكان العالم سيعانون من العطش والجفاف بحلول عام ٢٠٠٠ م ، وأن حوالى خمسة وعشرون ألف طفل يموتون يومياً بسبب الجوع والعطش وتلوث المياه .

فالبشر فى البلاد الفقيرة تنحصر أمانهم فى الحصول على متطلباتهم اليومية دون النظر لما سيحلبه ذلك من ضرر على يبعاتهم فى المستقبل ، فهم يستنزفونها من أجل معيشتهم اليومية ، فليس لديهم المقدرة على توفير متطلباتهم اليومية بدءاً من الغذاء ومروراً بالماء وانتهاءً بالكساء . وهم يلجأون إلى كل الطرق - غالباً ما تكون طرق غير سليمة - لتوفير أقل قدر ممكن من هذه المتطلبات . وتقول " ساندرا بوسميل " فى كتابها الواحة الأخيرة الصادر فى لندن عام ١٩٩٢ : فى كاليفورنيا يستخدم كل شخص مئات اللترات من الماء

يوميًا ، وفي نفس الوقت يقوم سكان جنوب الصحراء الإفريقية بقضاء ساعتين في المشى بحثًا عن كمية من الماء تكفي للشرب ، وبالطبع ذلك على حساب أنشطه أخرى أكثر الناجية .



شكل (٤٥) الانقمار السكاني في الدول النامية

وإذا ما أخذنا في الاعتبار أنه لا حياة بدون غذاء أو ماء ، فإن الكمية المتاحة من الغذاء أو الماء النظيف ستكون هي المحدد الرئيسي لعدد السكان الذين

يمكن أن يعيشوا فى مكان ما . ولذلك عقدت الأمم المتحدة مؤتمرها الثالث عن السكان والتنمية بالقاهرة فى سبتمبر ١٩٩٤ ، بعد أن وجدت دول العالم أن مشكلة الزيادة السكانية تهاجم العالم ككل ، وتلتهم التنمية . وانتهى المؤتمر بالتأكيد على أهمية تنظيم النسل ، وأن تكون هناك سياسه سكانية مدروسه لكل دولة من الدول ، والاهتمام بالتنمية الشاملة . ولقد نجحت بعض الدول النامية فى الحد من الزيادة الهائلة فى عدد السكان - مثلما حدث فى الصين وتايلاند ومصر والهند - فهل تستطيع باقى دول العالم النامى أن تنجح فى ذلك حتى يضمن الإنسان فى هذه الدول المعيشة فى بيته أقل ما يقال عنها أنها بيته صالحه لمعيشة الإنسان .

ويرى البعض أنه من السخرية أن نطلب من فقراء الدول النامية ترك الغابات مثلا متتعبة الأشجار ، والأفيال ترعى فيها بسلام ، والباندا تأكل الفواكه على الأشجار ، فى نفس الوقت الذى لا يجد فيه هؤلاء المساكين ما يسلون به رمقهم أو مسكن يقيمون فيه - فالفقر والعوز والتضحية بمستقبل الأجيال القادمة فى سبيل الحصول على لقمة العيش هو الذى دفع الفقراء لاقتلاع أشجار الغابات بلا تفكير ، والتي هى صمام الأمان بالنسبة للتوازن البيعى ، فهى أكبر مستهلك لغاز ثانى أكسيد الكربون المنطلق من المصانع ووسائل النقل ، وهى أيضا الرئة التى تتيح الحصول على الهواء النقى ، وهى السد الذى يمنع ارتفاع معدل درجات الحرارة فى جو الأرض ويمنع إشعاعها مره أخرى إلى الفضاء الخارجى ، كل هذه الفوائد لا تساوى شيئا فى سبيل الحصول على الغذاء .



شكل (١٦) المشى ساعات للحصول على الماء فى الصحراء الأفريقية

* التعليم والسكان

الزيادة المضطربة للسكان والجهل والفقر ثلاثية تهدد مستقبل البيئة والتنمية
فى الدول النامية ، لأن للجهل دور كبير فى زيادة عدد السكان . ففى دراسة *

* البيئة والإنسان - رؤية اسلامية - دار البحوث العلمية - الكويت ١٩٩٣ د. زين الدين عبدالمقصود .

عن حالة بعض الدول النامية تبين منها أنه حيث لا توجد نساء متعلّمات ، فإن معدل الإنجاب للمرأة يبلغ ٧ أطفال ، ولكن حيث يوجد تعليم ثانوى بنسبه تبلغ ٤٠ ٪ للنساء فإن هذا المعدل فى الإنجاب ينخفض إلى ٣ أطفال للمرأة المتعلمه ، وبالتالي لو أتاحت فرصة للتعليم العالى أمام المرأة فإن ذلك سيعمل على تخفيض أكثر لمعدل الإنجاب لأنه سوف يسهم فى تأخير سن الزواج ، علاوة على مشاركة المرأة فى قوة العمل الوطنى ، والرغبة فى المحافظة على مستوى أفضل للمعيشة . كل ذلك سيؤدى إلى تقليل الإنجاب وبالتالي عدم زيادة السكان بالقدر الموجود حاليا والوصول كما نأمل إلى ضبط معدلات المواليد لتقترب من معدلات الوفيات (صغر النمو السكانى) .

ونجد أنه فى الدول الغربية عامة ، فإن زيادة التعليم قد ساعدت كثيرا على ضبط النمو السكانى ولذلك تؤتى التنمية ثمارها .

* مشكلة الغذاء ... والبيئة

علمنا أن مشكلة الغذاء مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمشكلة الزيادة السكانية ،
وهى فى أبسط تعريف لها تعنى : حدوث نقص فى كمية الغذاء ، أو فى بعض
العناصر الأساسية عن الحد الأدنى من السعرات الحرارية اللازمة للإنسان * .

ونعلم أن معدل الزيادة فى عدد سكان العالم ، وبالذات فى الدول النامية
بشكل خطراً كبيراً على مستقبل البشرية ، خاصة وأن زيادة السكان أكبر بكثير
من الزيادة فى معدلات إنتاج الغذاء فى تلك الدول . وتوفير الغذاء لهذه الأعداد
يمثل خطراً على مشروعات التنمية ويكون على حساب الاستثمارات ، وإذا كانت
الدول النامية تستطيع الآن الموازنة إلى حد ما بين الاستثمار والزيادة فى ميزانيات
الخدمات وتوفير الغذاء ، فإن ذلك سيكون أكثر صعوبة فى السنوات القادمة .

وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ودول أوروبا هى الوحيدة التى
تتمتع بمستوى غذائى أعلى من المستوى المتوسط ، ولكن معظم دول العالم خاصة
آسيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية تعاني من نقص فى الغذاء الكمية والنوعية . ويقول
" جوزيه دى كاسترو " المدير السابق لمنظمة الأغذية والزراعة FAO التابعه للأمم

قدرات منظمة الأغذية والزراعة الحد الأدنى للفرد فى اليوم الواحد بـ ٢٦٥٠ سعراً حرارياً

المتحدة أن المشكلة فى العالم هى مشكلة توزيع وليست مشكلة نقص ، لأن الأرض الصالحة للزراعة على سطح الكرة الأرضية تبلغ مساحتها حوالى ١٦ مليار فدان ، فيكون نصيب الفرد حوالى ٣ أقدنه ، لذا فهذه المساحة بها فائض . إلا أن المساحة المنزرعة فعلا لا تتعدى جزءا صغيرا من هذه المساحة وتصل إلى حوالى ١٢ ٪ فقط . وإذا أطلعنا على الأحصائيات التى تبين توزيع الغذاء فى العالم ، لوجدنا أن معظم إفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبيه هى المناطق التى تعاني من الجوع رغم توافر الأرض الصالحة للزراعة . إلا أنه توجد عوامل كثيرة اجتماعيه وسياسية تلعب دورا كبيرا فى سوء التغذية السائد مثل :

١ - العادات الغذائية عند بعض السكان والتى تمنعهم من تناول بعض الأغذية النافعه مثل الهندوس فى الهند الذين لا يصيدون الأسماك لأنهم يعتبرون مهنة الصيد مهنة وضيعة .

٢ - فى معظم بقاع العالم لا يستساغ أكل القواقع مع أنها تمثل ثروة غذائية هائلة إذا أحسن استغلالها .

٣ - بالرغم من أن الهند وباكستان بهما حوالى ١٩ ٪ من مجموع أبقار العالم ، إلا أن الهندوس لا يأكلون لحوم الأبقار لأنها مقدسه بالنسبة لهم .

٤ - فى بعض مناطق غانا يحرم على النساء غير المتزوجات أكل اللحوم .

٥ - كثير من القبائل الإفريقيه لا تأكل البيض .

٦ - أغلب سكان تايلاند لا يشربون اللبن لاعتقادات دينيه .

٧ - الفقد الكبير فى الإنتاج الزراعى نتيجة إصابته بالآفات والأمراض واستهلاك الطيور والقوارض .

٨ - الظروف الاقتصادية والسياسية ، فقلة الموارد المالية وقلة دخل الأسرة فى كثير من الدول تمنعهم من الحصول على القدر الكافى من الغذاء . لذلك نرى أن الدول المتقدمة التى تضم حوالى ١٥ ٪ من عدد السكان بالعالم يستهلكون أكثر من ٧٥ ٪ من المواد الغذائية بينما الدول الفقيرة التى تضم حوالى ٨٥ ٪ من عدد السكان يستهلكون ٢٥ ٪ فقط من الغذاء . لذلك نجد دولاً تعاني من مشاكل زيادة الغذاء مثل الولايات المتحدة الأمريكية وبعض دول أوروبا الغربية ، وأخرى تهددها المجاعات مثل الهند وبعض الدول الأفريقية والآسيوية ، ولذلك فهى تقوم باستيراد الفائض من الدول الغنية التى تقوم بعمليات ضغط سياسى غالباً ما تستجيب له الدول الفقيرة فى سبيل سد احتياجاتها من الغذاء . ولكى يمكن تحقيق الاستقرار السياسى للدولة ما ، لابد أن تطعم شعبها بنفسها دون الاعتماد على الغير ، لذلك فالدول الكبرى تحاول دائماً الحصول على مكاسب سياسية عن طريق إمداد الدول النامية بمحاجتها من الغذاء .

٩ - الظروف المناخية وهى من أهم العوامل الطبيعية التى تتحكم فى إنتاج الغذاء سواء فى الدول المتقدمة أم الدول النامية ، ومن أمثلة العوامل المناخية التى تقلل من الإنتاج الغذائى فى العالم موجات الصقيع والثلوج ، وتذبذب معدل سقوط الأمطار من سنة لأخرى ، كذلك نوبات الجفاف التى تصيب بعض البيئات الجافة وشبه الجافة من وقت لآخر.

١٠ - امتداد التصحر للأراضى الزراعية ، الذى يعمل على تحويل الكثير من الأراضى الزراعية إلى أراضى متصحرة ، مما يقلل الإنتاج الزراعى ، كذلك

سوء استخدام مياه الري مما يؤدي إلى حدوث التملح والتغدق للتربة الزراعية فيقلص قدرتها البيولوجية ويقل إنتاجها الزراعى تبعاً لذلك .

١١ - التلوث الذى يزيد من تكوين الأمطار الحمضية وتأثيرها فى تدهور القدرة البيولوجية للتربة الزراعية وتقليل معدلات الإنتاج الزراعى .

القارة	السكان بالمليون (١٩٦٥)	المساحة القابلة للزراعة (مليون فدان)	المساحة المرزوعة	نسبة المساحة المزروعة للقابلة للزراعة %
افريقيا	٣١٠	١٨١٠	٣٩٠	٢٢
آسيا	١٨٥٥	١٥٥٠	١٢٨٠	٨٣
أوروبا	٤٤٥	٤٣٠	٣٨٠	٨٨
أمريكا الشمالية	٢٥٥	٥٩٠	١٥٠	٢٦
أمريكا الجنوبية	١٩٧	١٦٨٠	١٩٠	١١
أستراليا	١٤٠	٣٨٠	٤٠	٢
الاتحاد السوفيتى السابق	٢٣٤	٨٨٠	٥٦٠	٦٤

جدول (١٢) توزيع الأراضي الزراعية فى العالم

* بعض الحلول لمشكلة الغذاء

ولكن هل سيقفل عدد السكان فى ازدياد والإنتاج الغذائى فى النقصان ؟ وما هو الحل ؟

الكرة الأرضية تشتمل على مصادر متاحة للغذاء تكفى لإطعام ٣٠ مليار من البشر ، ولكن ذلك يحتاج إلى جهد خارق من الإنسان فى اتجاهات عديدة حتى يصل إلى استغلال هذه المصادر بطريقة علمية منظمة ، وتطوير وتحسين وتكثيف الإنتاج الغذائى حتى يمكن مواجهة الزيادة السكانية الهائلة . ولكى يكون هناك توازن بين الزيادة السكانية والإنتاج الغذائى يجب علينا ما يلى :

١ - زيادة إنتاجية الأراضى الزراعية من خلال استخدام تقاوى جيدة ومحسنة ، والاستخدام الجيد للميكنة الزراعية بما لا يجهد التربة ، كذلك استخدام معدلات عالية الجودة من الأسمدة الطبيعية عن تلك التى تستخدمها السلول النامية ، ومقاومة الآفات باستخدام المكافحة البيولوجية ، وتحسين وسائل نقل الإنتاج وتخزينه وتصنيعه لتقليل الفاقد منه .

٢ - الاستخدام الأمثل لمياه الري ، وتطوير طرق الري واستخدام مكثف لطرق الري بالرش والتنقيط وغيرها من الوسائل الحديثة ، وذلك للتغلب على المشاكل الناتجة عن استخدام طرق الري التقليدية والتى تسبب تدهور القدرة البيولوجية للأراضى الزراعية (التملح ، والتضيق) ، علاوة على الرشيد فى عمليات استخدام المياه .

٣ - محاولة التعرف على مصادر جديدة للغذاء ، يمكن إنتاجه بكميات كبيرة ، ورفع القيمة الغذائية للمواد البروتينية التقليدية كإضافة الجبنة المبشورة إلى المكرونة أو إضافة الفيتامينات إلى الفطائر ، أو الأحماض الأمينية المستخلصة طبيعياً إلى الأغذية .

٤ - الاتجاه إلى البحار والمحيطات لاستغلال ثروتها من أسماك وطحالب بحرية وقشريات كمصادر للإنتاج الغذائي وهي كميات هائلة تحتوى على العديد من العناصر الغذائية وتضم غزونا لا ينضب من البروتينات والدهون والفيتامينات والأملاح المعدنية (العناصر اللازمة لبناء الجسم البشرى) ، كذلك استزراع الأسماك ، والأعشاب البحرية لاستغلالها كغذاء .

■ - تحسين طرق حفظ الطعام ، فمن الطرق المعروفة والشائعة التجفيف والتعليق والتسكير واستخدام الحرارة والتبريد والإشعاع . ولكن لنا هنا وقفة عن استخدام الطريقة الأخيرة ، فقد أمكن حفظ الأطعمة بتعريضها للإشعاعات (أشعة جاما وأشعة x) وهي تحفظ الأطعمة ضد التلف لفترة طويلة ، لكن التجارب العلمية أثبتت أن تعرض الغذاء للإشعاعات يؤدي إلى فساد عدد من الفيتامينات مثل فيتامينات A , B , C , D , E , K وتحلل بعض الأحماض الأمينية ، وحديثاً أكدت الأوساط العلمية أن حفظ الغذاء بالإشعاع مسؤول عن انتشار كثير من الأمراض السرطانية . أما فيما يتعلق بحفظ الأطعمة بالطرق الكيميائية فهي لاتقل خطورة عن الحفظ بالإشعاع في تسببها للأمراض السرطانية .

وهناك الكثير من العادات الغذائية الضارة بصحة الإنسان والتي توجب علينا جميعاً أن نكون على درجة من الوعي الغذائي ، حتى نتلافى الأخطار الناجمة عن هذه العادات التي منها :

١ - بالنسبة للمواد التي تضاف لتحسين الإنتاج وإكساب الغذاء لوناً وطعماً أو قواماً مميزاً ، تم دراسة الكثير منها والتأكد من فعلها المسرطن على خلايا الجسم ، مثل تلك المواد التي تضاف لإعطاء اللحوم اللون الأحمر الفاتح فتجعلها تبدو طازجة وهى مركبات النيتريت Nitrites ، والنترات Nitrates حيث وجد أنها تتحلل داخل خلايا الجسم إلى مركبات شديدة السمية تسمى النيتروزامين Nitrosamine وتعتبر سبباً لانتشار السرطان .

٢ - تضاف كذلك للأغذية عوامل النكهة التي تعطى الأطعمة صفات الملوحة والحمضية والرائحة العطرية ، والحلاوة مثل السيكلومات الصودية ، وهى مواد أثبتت الأبحاث العلمية أيضاً مسعوليتها عن العديد من الأمراض السرطانية ، وكلنا نعرف السكرين الذى يعطى طعم الحلاوة للمشروبات وأغذية الأطفال ، وهو يشبه السيكلومات فى فعله المسرطن للمثانة ، وقد منع استخدامه فى الدول المتقدمة، أما الألوان الصناعية التى تضاف للأغذية خاصة أغذية الأطفال لجذب انتباههم أو المرطبات والمشروبات الاصطناعية ، هذه الألوان لا تقل خطوره عن المواد الأخرى السابق الإشارة إليها. ورغم ذلك فإننا نجد جميعاتنا الاستهلاكية مليئة بالعديد من

هذه الأغذية والمشروبات ، وتجتهد الشركات المتتجه لها فى الدعاية لهذه الأغذية مما يدفع المواطن إلى استخدامها بصدر رحب دون أن يعرف أضرارها . وقد أثبت باحثى المعهد الأمريكى للسرطان أن السموم التى تدخل جسم الإنسان عن طريق الطعام والشراب من المواد الحافظة والصبغات الصناعية مسئولة عن نصف إصابات السرطان خاصة لدى النساء . وكما هو الحال ، فالغذاء غير الجيد أو قتلته تؤدى لأمراض سوء التغذية فإن التغذية إلى درجة ما فوق الإشباع تؤدى أيضا إلى الاصابة بالامراض الخطيرة كما يقول باحثى المعهد الأمريكى للسرطان ، وقد حثنا رسول الله صلى الله عليه وسلم إلى الاعتدال فى الغذاء وعدم الإفراط فيه كما جاء فى الحديث الشريف : " ما بلاء ابن آدم وعاء شرامن بطنه ، حسب ابن آدم لقيمات يقمن صلبه ، فإن كان لابد فاعلا فثلث لطعامه وثلث لشرابه وثلث لنفسه " وقد جاء أيضا فى سورة الأعراف ، يقول الله سبحانه وتعالى " **كُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا** " (آيه ٣١) وهذا ما أثبتته العلماء فى العصر الحديث من الأضرار التى تصيب الانسان من جراء التغذية لفوق درجة الإشباع .

٣ - هناك أيضا قضية تناولها فى فصل سابق ويجب التأكيد عليها مرة أخرى لأهميتها القصوى ، ألا وهى حفظ الأطعمة فى أكياس البلاستيك أو الأوانى المصنوعة من البلاستيك فنحن نعلم جميعا أن المادة التى تدخل فى صناعة البلاستيك الشفاف هى **عديد كلوريد الفينيل p.v.c** والذى

انتشر أخيراً للأسف قدخل في شتى مجالات الحياة ، من زجاجات المياه المعدنية ، الزيت ، الخل ، العصائر ... الخ .

وقد أثبت العلماء في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا وإيطاليا أن هذه المادة لها قدرة مسرطنة كما لاحظوا في عام ١٩٧٤ أن نسبة الإصابه بسرطان الكبد كانت أعلى بـ ٤٠٠ مره بين عمال مصانع البلاستيك بالمقارنه بغيرهم . ولأن البلاستيك ماده كيميائيه معقده ونظرا لاحتوائها على مادة البنزوفينون فقد توجهت الدراسات البحثيه حول فهم عمل البلاستيك في إحداث سرطان الكبد والعقد اللمفاوية ، وقد دلت هذه الدراسات على الفعل الأكيد للبلاستيك في التسبب لمرض السرطان .

أما البلاستيك غير الشفاف المستخدم في صناعة الأطباق والملاعق والشوك والأدوات الأكثر صلابه فإن المادة الأساسية الداخلة في تركيبه هي بولي ستيرين **Polystyrene** ذات الفعل المسرطن أيضا .

وقد أوضحت الأبحاث التي تمت عام ١٩٨٠ وما بعدها، إمكانية حجرة مركبات كلوريد الفينيل والبولي ستيرين من البلاستيك إلى الغذاء الموجود فيه ، فيصبح الغذاء محتويا على هذه المواد المسرطنة. ويزداد الخطر إذا كانت المادة الغذائية ساخنة أو ذات طبيعة دهنية أو زيتية ، فالحرارة والدمسم عاملان يساعدان على انحلال الكثير من المواد المسببه للسرطان ، ومن هنا تأتي خطورة أكياس الفرن

البلاستيكية والتي انتشرت كثيرا فى المجموعات الاستهلاكية وامتألت بها الرفوف ، كذلك أوضحت منظمة الصحة العالمية أن استخدام الأنابيب البلاستيكية التى شاع استخدامها أعيرا فى شبكات مياه الشرب ضاره بصحة الإنسان ، لأنه يدخل فى صنعها مادة الاميات الأسمتى والتى سبق الإشارة إليها فى فصل سابق وهى مادة تحتوى على حوالى ١٥ ٪ من الاسبستوس . وبالطبع فإن الهواء والشمس والتى تتعرض لها تلك الأنابيب ، كفيلا بتحرر هذه المواد المسرطنة فى مياه الشرب .

٤ - هناك العديد من العادات الضارة التى تقوم بها بعض ربات البيوت ، ولا يدرين ما تسببه من أمراض للإنسان ، فعلى سبيل المثال استخدام الزيت للقلى عدة مرات خطر جدا ، حيث أن درجة حرارة الزيت تصل فى كل مرة لدرجة عالية ، وبالتالي فإن التركيب الكيميائى للزيت يتغير وتتكون مادة جديدة لها تأثير مباشر على المعدة مما يعمل على حدوث أورام سرطانية بها .

كذلك استخدام قدور الطهى المصنوعة من الألومنيوم ، والتى ثبت علميا أن مادة الألومنيوم تتفاعل مع الأطعمة وتنتقل إلى الانسان مسببة ضعف تمثيل الكالسيوم وضعف العظام ، وكساح الأطفال ، والاضطرابات المعوية ، وفقر الدم والصداع وقصور فى الأداء الوظيفى للكلى والكبد والنسيان . وتؤكد الأبحاث العلمية أن النقص المزمن فى الكالسيوم قد يغير من طريقة استخدام الجسم للمواد

المعدنية مع الامتصاص الزائد للألومنيوم فى الأمعاء الذى يتحد مع السليكون لتكوين مركبات تتراكم فى القشرة المخية ، وهذه المركبات تمنع النبضات من الانتقال من المخ ، وبالتالي تؤدى إلى مرض الزهايمر Alzheimer (فقدان الذاكرة) الذى أصيب به حديثا الرئيس الأمريكى الأسبق رونالد ريغان ولم يكتشف علاج لهذا المرض حتى الآن . وللأسف فإننا نرى أيضا رقائق الألومنيوم قد شاع أخيرا استخدامها فى تجهيز الأطعمة بالأفران .

كذلك من الخطورة استخدام الجبن الذى يدخل فى تركيبه الألومنيوم ليعطى الجبنة خاصية الإنصهار والتى تستخدم فى السندوتشات المعروفة بـ (تشيز بيرجر) والتى يقبل عليها شباننا فى مطاعم الوجبات السريعة بنهم شديد ، فهى من أكثر الأطعمة احتواء على الألومنيوم ، فهل يعلم شباننا ذلك ؟

* مشكلة الغذاء فى دول مجلس التعاون الخليجى

الاكتفاء فى الإنتاج الغذائى يمثل أمن غذائى لأى دولة ، وهو لا ينفصل بأى حال من الأحوال عن الأمن القومى ، لأنه لحرية سياسية بدون الاعتماد على النفس فى إنتاج الغذاء . ودول مجلس التعاون الخليجى بطبيعتها تتصف بالفقر فى الموارد المائية من جهة ، ودرجة الحرارة العالية التى لاتساعد على نمو النباتات من جهة ثانية ، وانتشار الأراضى الصحراوية من جهة ثالثة ، ومع ذلك بدأت هذه

الدول تدرك خطورة هذه المشكلة على المستوى القومى فوجهت استثمارات هائلة نحو مشروعات الأمن الغذائى .وقد حققت المملكة العربية السعودية تقدما هائلا فى هذا المجال وأصبحت تحقق الاكتفاء الذاتى فى إنتاج القمح ، كذلك دولة الإمارات العربية المتحدة حققت تقدما ملموسا فى ذلك ، ولا تقل سلطنة عُمان عنهما فى هذا المجال ، كما قامت دولة الكويت بتشجيع الزراعة وتزويدهم بأفضل السلالات النباتية .

وخلصه القول أنه يمكن لدول مجلس التعاون الخليجى من خلال التعاون فيما بينها لإنتاج المحاصيل الغذائية ، وتأمين احتياجاتها من المواد الغذائية حسب تخطيط علمى ويبنى وذلك لتتخلص من استيراد المواد الغذائية من الدول الأخرى .

الفصل الرابع عشر

الطاقة والبيئة

﴿ جعل لكم من الشجر الأخضر نارا فإذا انتم منه توقدون ﴾

﴿ سورة يسن آية ٨٠ ﴾

ليس غريبا أن نتعرض هنا لمشكلة الطاقة ، باعتبار أن الطاقة كانت ولا تزال وستبقى الأساس في حضارة الإنسان ، وهناك ازديادا مستمرا لمتطلبات دول العالم من الطاقة سواء منها الدول الغنية أم الدول الفقيرة ، ففي قطاع الزراعة زاد استهلاك الطاقة في العقود الأخيرة زيادة كبيرة نتيجة للمحاولات الرامية لزيادة إنتاج الغذاء فالميكنة الزراعية وصناعة الأسمدة والمبيدات الحشرية ، كل هذا أدى لاستخدام قدر أكبر من الطاقة ، وفي مجال الصناعة كان التحول من الآلة البخارية إلى الميكنة الكهربائية وإدخال عوامل أكثر فعالية في استهلاك الطاقة كفيلا بمضاعفة استهلاكها .

ومنذ القدم والإنسان يحتاج إلى الطاقة ، ولكن استخدام لها الآن تضاعف مرات كثيرة ، لأنه أصبح يحتاجها أكثر في حياة اليومية . فكل حركة يقوم بها

الإنسان تحتاج إلى استهلاك قدر من الطاقة بدءاً من العمل البدوى والذهنى الذي يحتاج إلى استهلاك قدر من الغذاء المتنوع والسدى يتم حرقه فى خلايا الجسم ، وينتج الطاقة التى يستخدمها فى تحريك عضلاته وفى أداء أعماله اليومية . وقد تمكن الإنسان بعد ذلك من استغلال طاقة الرياح فى تحريك السفن الشراعية فى الأنهار والبحار ، واستخدمها كذلك فى إدارة الطواحين الهوائية ثم عرف الإنسان الفحم منذ اكتشف النار ولاحظ أن بعض الأحجار السوداء الموجودة فى الطبيعة تقبل الاشتعال واستخدمها كمصدر للطاقة ، ثم بدأ بعد ذلك باستخدام ضغط البخار فى تحريك الآلات ، ثم ظهر زيت البترول وما يصاحبه من غاز طبيعى وأصبحت من أهم مصادر الطاقة حتى الآن .

وقد ازدادت الحاجة إلى الطاقة مع زيادة أعداد السكان فى العالم ومع زيادة الأعد بأساليب التكنولوجيا الحديثة فى كل أغراض الحياة . وكان ذلك من أهم أسباب الضغط على مصادر الطاقة الطبيعية .

ومن العوامل التى تؤدى إلى زيادة الطلب على الطاقة مايلى :

١ - الزيادة السكانية ، فكلما زاد عدد السكان ، زادت احتياجاتهم للطاقة وبالتالي للوقود

٢ - النمو الاقتصادى ، فالزيادة فى استهلاك الطاقة تتناسب تناسباً طردياً مع التقدم فى المستوى الاقتصادى للأفراد (دخل الأفراد) فالزيادة فى المستوى الاقتصادى يسير موازياً للزيادة فى استهلاك الطاقة .

- ٣ - التقدم التكنولوجى ، فكلما زاد التقدم التكنولوجى زاد استهلاك الطاقة أيضا ، وربما يكون ذلك مرتبطا بارتفاع مستوى المعيشة والذى يتبعه انتشار استعمال كثير من الأدوات الكهربائيه الحديثة فى المنازل .
- ٤ - التقدم الصناعى والحاجة الدائمة لزيادة الانتاج الصناعى ، وتطوير كثير من السلع وتحسين نوعيتها ترتب عليه زيادة كبيرة فى استخدام الطاقة .
- ٥ - انتشار وسائل النقل الحديثة كالسيارة مثلا أدى إلى زيادة ضخمة فى استهلاك الطاقة .
- ٦ - التقدم الحضارى الذى ينعكس بشكل مباشر على زيادة استخدام الطاقة ، فالآن أغلب المحلات التجارية مكيفة الهواء، والسلام الكهربائى منتشرة فى المجمعات التجارية ، والمصاعد تنتشر فى المنازل ، كما تستعمل لمبات النيون فى الإعلانات ، الخ وهى جميعها تضيف عبئا جديدا إلى تلك الزيادة فى استهلاك الطاقة .

ومما يزيد حدة هذه المشكلة هو الاعتماد فى توفير الطاقة على المصادر غير المتجددة المعرضة للتلوث ، مما يعرضها للنفاذ فى وقت قصير . علاوة على أن هذه المصادر (البترول والفحم والغاز الطبيعى) تعتبر ملوثة للبيئة مما يحتم علينا البحث عن مصادر جديدة غير ملوثة للبيئة وغير معرضة للتلوث فى وقت قصير .

* مصادر الطاقة

تنقسم مصادر الطاقة إلى مصادر قابله للنضوب (غير متجددة) وهى مصادر طاقة ملوثة للبيئة مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعى والمعادن المشعة . ومصادر دائمة (متجددة) وهى غير ملوثة للبيئة (نظيفة) فهى مصادر طاقة مرغوبة بيئياً وإن كان الإنسان لم يتوسع فى استخدامها حتى الآن إلا أنه مضطر للبحث فى زيادة استخدامها وتنميتها لإنقاذ العالم من التلوث . ومن أمثلة هذه المصادر الرياح ، الشمس ، المساقط المائية ، حرارة باطن الأرض والطاقة البيولوجية .

* (١) مصادر الطاقة غير المتجددة

(أ) الفحم

يتكون الفحم فى باطن الأرض نتيجة لتفحم بقايا النباتات والأشجار ، فالنباتات كما نعلم تقوم بعملية البناء الضوئى مخزنه الطاقة فى المواد التى تكونها ، وهذه الطاقة استمدتها النباتات من الشمس ، وعندما ينتهى عمر النبات ويذبل تحت الظروف المعتادة فإن كثيراً من المركبات العضوية المحتوية على الكربون والموجودة بجسم النبات ، تبدأ فى التحلل ، وتتأكسد معزل عن الأكسجين نظراً لتراكمها وانضغاطها تحت ثقلها ، ويمرور الزمن تتحول هذه البقايا النباتية إلى فحم . والفحم الذى نستخدمه اليوم قد تكون فى باطن الأرض منذ ما يقرب من ٢٥٠ مليوناً من الأعوام فى العصر الكربونى Carboniferous Period . ونظراً

لأن عملية التحول من نبات إلى فحم احتاجت إلى ملايين السنين ، فإن مثل هذه الرواسب الطبيعية من الفحم لا يمكن تجديدها فى حياة الإنسان ولذلك فيجب المحافظة عليها وعدم استنزافها .

وقد عرف الإنسان الفحم منذ عدة قرون ، ولكنه لم يُستغل كمصدر لإنتاج الطاقة إلا خلال القرنين الماضيين .

وقد عُرف الفحم فى كل من الصين وبلاد الإغريق قبل الميلاد ، وجاء ذكره فى التوراه ، ووصفه الفيلسوف اليونانى أرسطو الذى عاش فى القرن الرابع الميلادى . وما يجعل للفحم أهميه كبرى أنه يستخدم كمصدر للطاقة فى محطات توليد الكهرباء ، فأغلب محطات توليد القوى تستخدم الفحم كوقود . كما يعتبر الفحم مصدرا لإنتاج كثير من المواد الهامه فى حياة الإنسان مثل الأدوية والأصباغ واللدائن وغيرها .

ويوجد من الفحم أربعة أنواع هى اللجنيت Lignite ، تحت البتومينى - Sub Bituminous ، البتومينى Bituminous وفحم الأنثراسيت Anthracite وهو أجود انواع الفحم حيث تصل فيه نسبة الكربون ٩٠٪ أو أكثر كما لا تزيد فيه نسبة الرطوبة عن ٢٪ . وقد اشتق إسم هذا الفحم من الكلمة اللاتينية Anthrax وهى تعنى الفحم . أما اللجنيت فهو أقل أنواع الفحم جودة حيث تصل فيه نسبة الكربون أدناها وتظهر به بعض البقايا النباتية ولهذا يطلق عليه هذا الاسم وهى كلمة مشتقة من الكلمة اللاتينية Lignum وتعنى الخشب . أما الفحم البتومينى

وتحت البتيوميني فيهما نسبة متوسطة من الكربون ، ويعرف الفحم البتيوميني عادة باسم الفحم الحجري .

واذا ما قارنا بين حجم الاحتياطي العالمى من الفحم ومعدل إنتاجه الحالى يمكن القول بأن العمر الافتراضى له يصل إلى حوالى ٤٠٠ عام . وترجع خطورة استخدامه إلى أنه ملوث للبيئة ، فعند احتراقه تنصاعد كميات هائلة من الملوثات أهمها غازات ثانى أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكبريت وغيرها .

(ب) النفط

النفط سائل كثيف يميل لونه للأسود سريع الاشتعال ، وهو يتكون من خليط من المركبات العضوية التى تتكون أساسا من الكربون والهيدروجين . وحتى الآن لا نعرف على وجه التحديد الطريقة التى تكون بها النفط ، ولكن النظرية الأكثر رواجاً هى التى تفترض أنه تكون نتيجة لتحلل بعض البقايا النباتية والحيوانية تحت الضغط الشديد ودرجة الحرارة المرتفعة ، مما جعل هذه المواد العضوية (النباتات والحيوانات) تتحول إلى مواد هيدروكربونية والتى تحولت إلى النفط .

ويعتبر النفط أهم مصادر الطاقة فى الوقت الحاضر ، ولهذا يطلق عليه أحيانا اسم " الذهب الأسود " تشبيها له بالذهب فى قيمته وأهميته ، وقد عرف النفط منذ القدم ، فقد عرفه الفرس منذ زمن بعيد ووصفه المؤرخ الاغريقى

اللون، كبريه الرائحة، وأن الفرس كانوا يستخدمونه فى تثبيت أحجار المباني وفى إشعال النار.

وقد تم اكتشاف أول بئر للبترول فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٠٦م عندما كان بعض الأفراد يقومون بالحفر بحثاً عن الماء فى ولاية فرجينيا .

ويقدر الاحتياطى العالمى من النفط حسب تقديرات عام ١٩٨٤ بحوالى ٦٧٠ بليون برميل منها ٣٧٠* بليون برميل فى منطقة الشرق الأوسط ، أى بنسبة ٥٥ ٪، يخص منها دول مجلس التعاون الخليجى ٢٩٨ر٦ بليون برميل أى حوالى ٤٢٧ ٪ من الاحتياطى العالمى ، حيث تحتل المملكة العربية السعودية المركز الأول (١٦٩ بليون برميل) يليها الكويت (٩٠ بليون برميل) والامارات (٣٣ بليون برميل)

وإذا قارنا بين حجم الاحتياطى العالمى وحجم الإنتاج فإن العمر الافتراضى للنفط يبلغ فقط حوالى ١٠٠ سنة .

* البيئة والإنسان ، دار البحوث العلمية - الكويت ١٩٩٣ د. زين الدين عبدالمقصود

(ج) الغاز الطبيعي

عرف الإنسان الغاز الطبيعي منذ زمن بعيد ، حيث كان هذا الغاز يتصاعد في الهواء من شقوق صغيره في سطح الأرض ، لكنه لم يعرف قيمته وفوائده ، ولا فكر في استخدامه حينئذ . ولا توجد حاليا فكرة واضحة عن الكيفية التي تكون بها هذا الغاز في باطن الأرض . فنفطنا لوجوده غالبا ، مصاحبا لزيت البترول أصبح هناك اعتقاد بأنه يمثل مرحلة من مراحل تكوين النفط ، ولكن بعد اكتشاف مكان منفصله للغاز الطبيعي لاعلاقة لها بمكان النفط ، ظهرت نظريات جديدة تقول بأنه تكون في الزمن القديم من اتحاد غازات الهيدروجين والكربون حيث تحول جزء منها إلى بترول وتحول آخر إلى غاز طبيعي تسرب إلى مكان خاص به .

وأغنى مناطق العالم بالغاز الطبيعي هي سيبيريا ومنطقة الشرق الأوسط في إيران والسعودية وقطر ومصر وبعض مناطق أمريكا الشمالية . وكان الغاز يحرق في حقول البترول ، حيث قدر أنه منذ بداية هذا القرن حتى عام ١٩٨٠ قد تم إحراق حوالي ٤٠٠٠ مليار متر مكعب من الغاز ، وقد تمت إسالة الغاز لأول مرة عام ١٩٦٩ وتم نقل الغاز السائل من مناطق إنتاجه إلى أماكن استهلاكه . ويقدر حجم الاحتياطي العالمي من الغاز الطبيعي (تقديرات ١٩٨٤) بـ ١٩٠٥ تريليون قدم مكعب منه ٦٠٪ في منطقة الشرق الأوسط . ويعتبر الغاز الطبيعي أقل تلويثا للبيئة من البترول والفحم وقد زاد استخدامه في محطعات توليد القوى أخيرا إنقاذا للبيئة وحماية لها من التلوث .

(د) الطاقة النووية

تحدثنا فى فصل سابق عن استخدامات الطاقة النووية ، وهى تمثل اليوم قدراً ضئيلاً من جملة الطاقة المستخدمة فى العالم لا يزيد عن ١٪ ومع ذلك فقد ساهمت بقدر أكبر فى توليد الكهرباء ، واستخدمت هذه الطاقة أيضاً فى تسيير حاملات الطائرات والسفن .

وقد قوبل استخدام الطاقة النووية بكثير من المعارضه فى العديد من الدول نظراً للأخطار الناتجة عنها ، مثل الإشعاع النووى الملوث للبيئة . وحتى لو حدث توسع فى استخدام الطاقة النووية فإن المعادن المشعة الموجودة بالأرض لن تدوم طويلاً ، واحتياطيتها مهدد بالنفاد فى فترة قصيره . ومن ثم فهى مصادر مؤقتة عمرها قصير ، شأنها فى ذلك شأن الفحم والبتروى والغاز الطبيعى ، فلا يتظر أن يكفى الاحتياطى منها الا لنحو ٤٠ عاماً على أحسن تقدير ، وربما كانت تفاعلات الاندماج النووى ، وهى أقل خطوره من تفاعلات الإنشطار هى الحل الأمثل لانتاج الطاقة النووية فى المستقبل .

* (٢) مصادر الطاقة المتجددة (الدائمة)

حتى الآن لا تستخدم هذه المصادر على نطاق واسع ولكنها لفتت الأنظار نظراً لقرب نضوب المصادر التقليدية للطاقة (الفحم - البتروى - الغاز

الطبيعى) من جهة ، ولكونها مصادر طاقة نظيفة لا ينتج عنها ملوثات للبيئة من جهة أخرى . وتدور الآن الأبحاث فى مختلف دول العالم للاستفادة منها لأقصى حد ممكن إنقاذا للبشرية من الكوارث الناتجة عن التلوث . ومن أهم مصادر الطاقة المتجددة .

(أ) الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم أنواع الطاقات التى يمكن للإنسان استخدامها فى مجالات عديدة ، فهى طاقة دائمة ، نظيفة ، غير قابلة للنفاذ، يمكن تحويلها إلى صور أخرى من الطاقة مثل الطاقة الكهربائية التى يمكن أن تفى باحتياجات كل سكان الكرة الأرضية. وفكرة استخدام الطاقة الشمسية فى التسخين أو تحريك الآلات ليست جديدة ، فيحدثنا التاريخ أن ارشميدس الذى عاش فى القرن الثالث قبل الميلاد استخدم الطاقة الشمسية فى إحراق سفن العدو فى المعارك البحرية باستخدام مرايا لتركيز أشعة الشمس على صواري هذه السفن . وقد تجددت الآمال باستخدام هذه الطاقة بعد إمكان تحويلها إلى طاقة كهربائية ، وتخزين الطاقة الشمسية ، وهناك جهود لإرسال مركبات فضائية تطلق للفضاء لتجميع الأشعة الشمسية من الفضاء الخارجى وإرسالها للأرض عبر موجات حرارية مكثفه جدا . وقد اعتمدت أغلب الدول ميزانيات لبحوث استغلال هذه الطاقة خاصة وأن هناك احتمالات بقرب نضوب المصادر التقليديه . وقد تركزت هذه البحوث بصفه خاصه على البطاريات الشمسية التى يمكنها تحويل طاقة

الشمس إلى كهرباء . وتستطيع البطاريات الشمسية أن تحول ١٠٠٠ وات من ضوء الشمس إلى ١٨٠ وات من الكهرباء .

ب - الطاقة الكهرومائية

ويعتمد هذا المصدر على سريان المياه حيث يستخدم الفرق في مناسيب المياه في إقامة توربينات لتوليد الكهرباء ، أو بناء سدود في مجارى الأنهار لإقامة التوربينات عليها ، وتوليد الكهرباء نتيجة طاقة جريان ونزول الماء . كذلك فهناك الطاقة المستخدمة من ظاهرة المد والجزر ، والأمواج حيث عمت بعض الأبحاث الناجحة في هذا المجال والذي أمكن الحصول على الكهرباء منها . وقد بدأت تجارب استخدام ظاهرة المد والجزر في إنتاج الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية منذ فتره طويلة ، وأقيمت إحدى محطات توليد الكهرباء بهذه الطريقة عام ١٩٦١ على شاطئ أحد الخلجان المجاور للحدود الكندية وأمكن الحصول على كميات من الكهرباء تقدر بـ ٦٠٠ مليون كيلووات / ساعة . كما نجحت فرنسا في إنشاء مثل هذه المحطة عند مدخل نهر " رالس " في بورتالي وبلغت قدره هذه المحطة ٦٠٠.٠٠٠ كيلووات/ساعة .

وليس من المتوقع أن تساهم هذه المحطات في حل مشكله الطاقة بشكل واضح ، لأن إنتاجها مازال محدودا ، كما أنها لا تصلح إلا في المناطق التي يكون فيها الفارق كبيرا بين مستوى الماء في المد والجزر .



شكل (٤٧) توليد الكهرباء من السدود

(جـ) طاقة حواره باطن الأرض

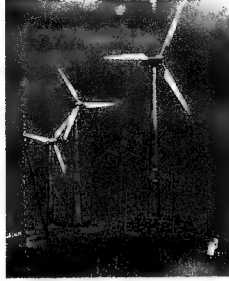
إذا تعمقنا قليلا فى باطن الأرض فإن درجة الحرارة ترتفع تدريجيا بزياده العمق وتصل إلى درجه واحده سيليزية كل ثلاثين مترا، وقد أمكن استغلال مثل هذا الارتفاع فى درجة الحرارة حيث تستخدم المياه الجوفيه لنقل هذه الحرارة إلى سطح الأرض على هيئة نافورات أو ينابيع ساخنة يتصاعد منها الماء الساخن أو

البخار الذى يمكن الاستفادة منه . وقد جرت محاولات لاستخدام البخار المتصاعد من ينباع الحاره فى أغراض التسخين والتلغفه وتوليد الكهرباء . وعلى الرغم من انخفاض تكاليف توليد الكهرباء بالبغار الطبيعى المنطلق من باطن الأرض ، إلا أنه ليس من المتوقع أن تنتشر هذه الطريقة وذلك لأنه يصعب اكتشاف ينباع حاره جديدة فى الأماكن التى تحتاج إلى إنتاج طاقة كهربائية.

واستغلال هذه الطاقة فى توليد الكهرباء يوجد الآن فى بعض الدول مثل اليابان والولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وإيطاليا .

(د) طاقة الرياح

وضع الأدميرال البريطانى " سيرا فرانسيس بوفـ ورت Sir Francis Beaufort الذى عاش فى القرن التاسع عشر ، مقياسا لسرعة الرياح وقسمه إلى ثلاثة عشر درجة من (صفر- ١٢) طبقا للجدول (١٣) . ومن الطبيعى أن سرعات الرياح التى تزيد عن الرقم ٨ فى هذا المقياس لا تصلح للاستخدام فى إنتاج الطاقة لما تحدثه من دمار وتخريب . ولذلك فيجب اختيار الأماكن التى تستخدم طاقة الرياح بحيث تكون سرعة الرياح فيها مناسبة ، ودائمه تقريبا طوال أيام السنه .



شكل (٤٨) توليد الكهرباء من طاقة الرياح

وطاقة الرياح تعتبر أقدم الطاقات المعروفة على الإطلاق . وقد استخدمها الإنسان منذ القدم ، كما تستخدم في العصر الحديث فى تحريك طواحين الهواء كما فى هولندا ، كذلك تستخدم فى الولايات المتحدة لإنتاج الكهرباء . وأثبتت الأبحاث والدراسات أن المروحة التى يصل قطرها حوالى ثمانية أمتار يمكن أن تنتج حوالى ٣ كيلو وات / ساعة من الكهرباء إذا تعرضت لرياح متوسطة .

وتتميز محطات الطاقة التى تعمل بطاقة الرياح أنه لا يصدر عنها ضوضاء ولا تنتج مواد ملوثة للبيئة وهى قليلة التكلفة. ومن المنتظر أن يتم استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء فى كثير من دول العالم ، وتتميز محطات توليد الطاقة التى تعمل بواسطة الرياح بأنه يمكن إقامةها بجوار المناطق السكنية دون حدوث أى

أضرار على سكان هذه المناطق . وفي مصر أمكن استغلال هذه الطاقة بكفاءة عالية في هذه مناطق على ساحل البحرين الأبيض والأحمر .

رقم التقياس	سرعة الرياح كم/ساعة	وصف الرياح	مظهرها
صفر	صفر - ١,٥	هائثة	الدخان يتصاعد رأسياً
١	١,٦ - ٥	نسيم	تحرك الدخان
٢	٦ - ١١	هواء خفيف	تحرك أوراق الشجر
٣	١٢ - ١٩	نسيم لطيف	تحرك أوراق الشجر وبعض الأغصان
٤	٢٠ - ٢٩	نسيم متوسط	تحرك الأغصان وتطاير الأوراق
٥	٣٠ - ٣٩	نسيم منعش	تحرك سطح الماء وترنح الأشجار الصغيرة
٦	٤٠ - ٥٠	نسيم قوى	تحرك الأغصان الكبيرة
٧	٥١ - ٦١	رياح قوية	انثناء الأشجار وصعوبة المشي
٨	٦٢ - ٧٤	رياح عاصفة	انكسار أطراف فروع الأشجار
٩	٧٥ - ٨٧	رياح عاصفة قوية	انكسار أعمدة الكهرباء والأشجار
١٠	٨٨ - ١٠١	رياح عاصفة شلجية	انخلاع الأشجار
١١	١٠٢ - ١٢٠	عاصفة كاملة	حلولت الممار
١٢	أكثر من ١٢٠	إعصار	دمار شديد

جدول (١٣) مقياس بوفورت لسرعة الرياح *

* الجدول مأخوذ عن كتاب الطاقة ومصادرها المختلفة - مركز الأهرام للدراسة والنشر - القاهرة ١٩٨٨ د. أحمد مدحت
إسلام .

(هـ) الطاقة البيولوجية

أمكن الاستفادة من المخلفات النباتية والزراعية والقمامة والتي يطلق عليها مع اسم البيوماس Biomass وذلك بتخميرها مع البقايا الحيوانية فى حفر خاصة فيتصاعد منها غاز قابل للاشتعال هو الغاز الحيوى Biogas ويتكون أساسا من غاز الميثان ويستخدم فى عمليات طهى الطعام وتدفعه المنازل فى الشتاء ، وبذلك يوفر طاقة رخيصة كما أنه يمنع تلوث البيئة بهذه المخلفات ، ويمكننا التخلص من القمامة بطريقة اقتصادية ونافعة. كما أن ما يتبقى من هذه القمامة بعد عمليات التخمير يمكن استخدامه كسماد طبيعي يعمل على زيادة خصوبة التربة. وهذه الطريقة أفضل بكثير من الطريقة القديمة التى كان يتم فيها حرق القمامة للاستفادة من الحرارة الناتجة فى الحصول على البخار الذى يمكن استخدامه فى عمليات التدفئة أو فى توليد الكهرباء ، وذلك نظرا لما تسببه هذه الطريقة من تلوث للبيئة بالغازات الناتجة من الاحتراق. وهناك العديد من مصادر الطاقة النظيفة مثل غاز الهيدروجين الذى ينتج قدر كبير من الطاقة ويسهل تخزينه ونقله كما أنه عند احتراقه لا ينتج مواد ملوثة للبيئة (بخار الماء) وكل ما يؤخذ عليه أنه ربما يزيد من نسبة أحد غازات الاحتباس الحرارى فى جو الأرض (بخار الماء) . وقد أمكن استخدام الهيدروجين كوقود فى السيارات بدلا من الجازولين كما يستخدم فى توليد الطاقة الكهربائية وصناعة الأسمدة الكيميائية والاستخدامات المنزلية ، ويرى البعض بأنه سيكون وقود المستقبل . ولا شك فى أن المستقبل سيكون لمصادر

الطاقة النظيفة التي تجمع بين قلة التكلفة وبين عدم الإضرار بالبيئة ، فمشكلة الطاقة الحالية تكمن في الاعتماد الزائد على واحد أو اثنين من مصادر الطاقة وفى عدم الاستعداد لمواجهة التغيير ، وفى الخوف من عدم إمكان تحمل تكلفة ذلك التغيير .

بعد كل ذلك ألا يجب علينا أن نعود إلى كل ما هو طبيعى ، ففى الطبيعة سنجد الحياة الهائلة البعيدة عن الأمراض ، فعد إلى الطبيعة وانهل منها .

والله للوفق ،،،

المراجع العربية

- ١ - البيئة والانسان - دار البحوث العلمية - الكويت ١٩٩٣ د/زين الدين عبدالمقصود .
- ٢ - البيئة والتنمية المستدامة - الكويت ١٩٩٢ د/ عبدالله رمضان الكندري .
- ٣ - التلوث مشكلة العصر - عالم المعرفة الكويت ١٩٩٠ د/ أحمد مدحت إسلام .
- ٤ - ملوثات الهواء الجوي - جمعية حماية البيئة الكويتية ١٩٨٩ د/ ضارى العجمي ، د/ عبدالمنعم مصطفى .
- ٥ - تلوث البيئة - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب ١٩٨٤ د/ محمد عبدالسلام عراقي ، د/ عبدالمنعم مصطفى وآخرين .
- ٦ - البيئة ومشكلاتها - عالم المعرفة - الكويت ١٩٧٩ د/ رشيد الحمد ، د/ سعيد صباريني .
- ٧ - القرآن الكريم وتلوث البيئة - مكتبة المنار الاسلامية - الكويت ١٩٨٥ مهنس/ محمد عبدالقادر الفقى .
- ٨ - البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من تلوث - مكتبة ابن سينا - القاهرة ١٩٩٣ مهنس/ محمد عبدالقادر الفقى .
- ٩ - الأبعاد البيئية للتنمية - المعهد العربى للتخطيط - الكويت ١٩٩٢ د/ ضارى العجمي .

- ١٠- أعداد مجلة البيئة الكويتية - جمعية حماية البيئة الكويت (من العدد ٩٧ - ٢٢٥) د/ عبدالمنعم مصطفى .
- ١١- محاضرات دكتور كمال الدين حسن البتانوني - جامعة القاهرة ١٩٩٣ - ١٩٩٤ القاهرة .
- ١٢- مكافحة تلوث البيئة - الجمعية الكيميائية - القاهرة ١٩٧٢ ترجمة د/ أنور عبدالواحد .
- ١٣- مشكلة الغذاء العالمى - الهيئة المصرية للكتاب - القاهرة ١٩٧٥ ترجمة د/ فتحي عبدالنواب .
- ١٤- الفقر والبيئة - الحد من الفقر - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ محمد صابر .
- ١٥- حماية الحياة على الأرض - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ أنور عبدالواحد .
- ١٦- الربيع الصامت - مركز النشر لجامعة القاهرة ١٩٩٠ ترجمة د/ أحمد مستحير .
- ١٧- البيئة وقضاياها - مركز النشر لجامعة القاهرة - ١٩٩١ ترجمة د/ أحمد مستحير .
- ١٨- أرض واحدة مستقبل واحد - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ سيد رمضان هداره .
- ١٩- ثقب الأوزون - مركز النشر لجامعة القاهرة ١٩٩١ ترجمة د/ أحمد مستحير .

- ٢٠- التلوث يخفق الجميع - مكتبة الأنجلو المصرية- القاهرة ١٩٨٦ كيميائي /
ابراهيم الجندي .
- ٢١- التلوث الصناعي - المصادر وكيمياء التلوث - جامعة الموصل ١٩٨٧ د/
لطيف حميد على .
- ٢٢- ارتفاع درجة حرارة الأرض - الدار الدولية للنشر - القاهرة ١٩٩١ ترجمة
د/ سيد رمضان هداره .
- ٢٣- من أجل وعى بيئي خليجي - البحرين ١٩٨٩ د/ اسماعيل المدني .
- ٢٤- البلاستيك وتلوث البيئة - جمعية حماية البيئة الكويتية - ١٩٨٦ د/ عصام
الدين نوفل .
- ٢٥- مجلة كنوز العلم - دار الإعلام والنشر العلمي (العدد الثاني) - القاهرة
١٩٩٣ .
- ٢٦- تلوث الهواء - مكتب التربية العربي - الرياض ١٩٩٠ د/ سليمان العقيلي،
بشير محمود .
- ٢٧- المبيدات - هل ادركنا خطرنا بدول مجلس التعاون - جمعية حماية البيئة -
الكويت ١٩٩٢ د/ فهمي حسن أمين العلي .
- ٢٨- المصادر الطبيعية لاحتياجات الإنسان - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي
والتدريب الكويت ١٩٨٦ .
- ٢٩- يأسكان الأرض (تعدوا) - المكتبة العربية للنشر والتوزيع - القاهرة ١٩٨٩
عصام الدين حواس .

- ٣٠- الملوثات العضوية - سلسلة العلم والحياة - القاهرة ١٩٩٢ د/ محمد كامل محمود .
- ٣١- التلوث - المعضلة والحل - مركز الكتب الثقافية - بيروت ١٩٩٢ د/ ابوبكر صديق ، د/ نبيل محمود عيالنعيم .
- ٣٢- تلوث البيئة في مصر - المخاطر والحلول - القاهرة ١٩٩١ مبروك سعيد النجار .
- ٣٣- مجلة السياسة الدولية - مركز الأبحاث والدراسات الاستراتيجية بالأهرام - القاهرة - العدد الثاني ١٩٩٣ .
- ٣٤- التصحر في الكويت - جمعية حماية البيئة الكويتية ١٩٩٤ جاسم محمد العوضي .
- ٣٥- سموم البيئة - دار المريخ - الرياض ١٩٩٤ د/ عز الدين الذنشاوى ، د/ صادق أحمد طه .
- ٣٦- البيئة والأورام - دار الفكر للعاصر بيروت ١٩٩٠ د/ سعيد محمد الحفار .
- ٣٧- نحو بيئة أفضل - دار الثقافة - الدوحة قطر ١٩٨٥ د/ سعيد محمد الحفار
- ٣٨- غذاء المستقبل - مكتبة الفلاح الكويت ١٩٧٨ د/ محمد مصطفى الفولى .
- ٣٩- الطاقة ومصادرها المختلفة - مركز الأهرام للنشر - القاهرة ١٩٨٨ د/ احمد ملحت إسلام .
- ٤٠- مرجع التعليم البيئى - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - تونس ١٩٨٨ .
- ٤١- الإنسان والبيئة (التربية البيئية) مكتب التربية العربى الرياض ١٩٩٠ .

- ٤٢- مجلة العلوم - مؤسسة التقدم العلمي - الكويت الإصدار ٦ ، ٧ ، (من
المجلدين ٦ ، ٧) ١٩٨٩ ، ١٩٩٠ .
- ٤٣- الكون والاعجاز العلمي للقرآن - دار الفكر العربي - القاهرة ١٩٨٩ د/
منصور محمد حسب النبي .
- ٤٤- الرصاص في جازولين السيارات وطرق تخفيضه - منظمة الأقطار المصدرة
للبنزول ١٩٨٦ - عبدالله مصلح ، اسماعيل رشيد .
- ٤٥- مدخل إلى علم المناخ والجغرافيا المناخية - مكتبة الفلاح - الكويت
١٩٨٧ د/ ضاري العجمي ، محمود عزو صفر .

المراجع الأجنبية

- 1 - Swedish National Environment Protection Board 1972.
Environment Protection : an expanding task for society
stockholm.
- 2 - Bassow, H. (1976) . Air Pollution Chemistry. An
Experimenter Source book Hayden Book Comany , Inc ,
USA.
- 3 - Al-Ajmi, D.N., and Abdal Y. (1987) . Modelling for Air
Pollution Impacts from Power Stations in kuwait. Paper
No. 87-106D. 1, Presented at the 80th Around Meeting of
the Air Pollution Control Association, New York, N. Y.
June 21-26 .
- 4 - D. D. Jones et al. Nature , 320,430,1986 .
- 5 - C. Boutron and C. Lorious, Nature , 377,551,1979

محتويات الكتاب

الصفحة

١

الفصل الأول : البيئة بين الماضى والحاضر
جذور علم البيئة : ~~مفهوم البيئة~~ - البيئة الطبيعية - البيئة البشرية
نظريات علاقة الانسان ببيئته

١٢

الفصل الثانى : مفاهيم بيئية
البيئة - النظام - النظام البيئى (النظام الأيكولوجى) - مكونات النظام البيئى -
التلوث - حماية البيئة - المحيط الحيوى - الحمية الحيوية - اختلال الاتزان البيئى -
الاستنزاف - التخطيط البيئى والتنمية المستدامة - عوامل وأسس التخطيط البيئى -
الاعتبارات البيئية فى إقامة مشاريع - التنمية - تقييم المردود البيئى

٣٣

الفصل الثالث : التربية البيئية
للمدخل المستقل - المدخل الانتمائى - مدخل الوحدات الدراسية - أهداف التربية
- البيئية (البعد الادراكى - للمهارى - الانفعالى) - التربية البيئية فى الاسلام
والتراث العربى - التربية البيئية فى الوطن العربى

٤٢

الفصل الرابع : تلوث الهواء
مكونات الهواء الجوى - الفلاف الجوى (طبقاته - فوائده) - دورة الأكسجين
ودورة النيتروجين ودورة النيروجين فى الطبيعة .

٦٢ الفصل الخامس / ملوثات الهواء الجوي
مصادر ملوثات الهواء الجوي - أهم ملوثات الهواء الجوي - الملوثات الغازية -
الملوثات الصلبة)

١٠٠ الفصل السادس : الظاهرة الصوبية
الغازات الصوبية - أثرها على الحياة على سطح الأرض

١٢٢ الفصل السابع : التلوث الناتج عن السيارات والطائرات

١٢٢ الفصل الثامن : تدمير طبقة الأوزون
الأوزون - مركبات الكلوروفلوروكربون - الأيروسولات - المروم - المخاطر الناتجة
عن حدوث ثقب الأوزون

١٥١ الفصل التاسع : الإشعاع والبيئة
مصادر التلوث الإشعاعي - أنواع الإشعاعات النووية - التعارب النووية - محطات
القوى النووية - المواد المشعة والزراعة - الإستخدامات السلمية - الإشعاع والمجالات
الكهربائية - النفايات الإشعاعية - تأثير الإشعاعات على جسم الإنسان - خطورة
التعرض للإشعاع .

١٧٨ الفصل العاشر : التلوث الضوضائي والبيئة
الضوضاء كملاوث للبيئة - مصادر الضوضاء - كيف تصل الضوضاء للأذن - أخطار
الضوضاء على الإنسان - كيف تنقّي أخطار الضوضاء

- التلوث المائى - مصادر تلوث الماء (النفط - مخلفات المصانع - المبيدات الحشرية -
 مياه الصرف الزراعى - مياه الصرف الصحى - الأمطار الحمضية - الطحالب -
 المواد المشعة) - الوطن العربى والمياه - مصادر المياه فى الوطن العربى

- الصحراء فى العالم - أنواع التصحر - مظاهر التصحر ونتائجه - أسباب التصحر
 (الطبيعية - البشرية) - مكافحة التصحر - الغزو العراقى والتصحر - إزالة الغابات
 وأثره على البيئة العالمية - أهمية وجود الغابات - التنوع البيولوجى والبيئة - ماهو
 التنوع البيولوجى - التنوع البيولوجى والطب - التنوع البيولوجى والغذاء - التنوع
 البيولوجى والاقتصاد - أسباب تدهور التنوع البيولوجى - المحافظة عليه

- نشأة علم السكان - الانفجار السكانى - التعليم والسكان - مشكلة الغذاء - حلول
 لمشكلة الغذاء - بعض المعادلات الغذائية - مشكلة الغذاء فى دول مجلس التعاون
 الخليجى

- مصادر الطاقة - المتجددة - غير المتجددة (الفحم - النفط - الغاز الطبيعى -
 الطاقة النووية - الطاقة الشمسية - الطاقة الكهرومائية - طاقة حرارة باطن الأرض -
 طاقة الرياح - الطاقة البيولوجية) .

